Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDUQ : 8370235
Centre d'intérêt: 874

Gauthier, Michel.

Documents pédagogiques concernant l'utilisation d'un modèle d'analyse de fabrication mécanique / Michel Gauthier et collab. -- Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières, 1982.
155 f. en foliation multiple : graph. ; 28 cm + doc. d'acc. (2 v. : graph.).

Titres des doc. d'acc.: Analyse de fabrication mécanique : exemple d'application : ensemble, bloc en vé : pièce[s] à fabriquer : base, bride. "Recherche réalisée grâce à une subvention du Ministère de l'éducation dans le cadre du Programme de perfectionnement des maîtres du secondaire professionnel". Comprend un glossaire.

Cote Dewey: 670.7'12'714/G276d Cote LC: T/56.4

Descripteur(s): *Techniques physiques *Guide pédagogique *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Fabrication mécanique

Ce guide pédagogique, conçu pour les professeurs de mécanique de fabrication, vise à réunir en un seul document des réponses à de nombreuses interrogations qui se posent lors des travaux d'analyse de fabrication. Le modèle d'analyse proposé a pour objet de guider la planification des enseignements et de faciliter l'organisation de travaux qui s'insèrent dans une procédure analytique. L'objet technique retenu comme modèle consiste en un bloc en V comprenant des vis de serrage et des vis de pression. Le document principal décrit les neuf étapes de fabrication du modèle. Deux documents d'accompagnement concernent, l'un l'application à la fabrication de la base, l'autre l'application à la fabrication de la bride.

Type de document: d
Financement: Bénéficiaire - UQTR
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP
Auteur de l'analyse: jr

E D U Q 8370235 A

MICHEL GAUTIER
et collaborateurs

DOCUMENTS PEDAGOGIQUES
CONCERNANT L'UTILISATION D'UN
MODELE D'ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

E D U Q 8370235 A

MICHEL GAUTIER
et collaborateurs

DOCUMENTS PEDAGOGIQUES
CONCERNANT L'UTILISATION D'UN
MODELE D'ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

AVANT-PROPOS

Généralités

Les documents présentés ci-après et concernant la mise en place d'un modèle d'analyse de fabrication mécanique sont le résultat d'un travail de recherche commencé au mois de février 1982 et qui s'est poursuivi jusqu'au 31 mai de la même année.

La date tardive d'acceptation du projet (25-01-82) a quelque peu modifié le calendrier des travaux initialement prévu. Les objectifs n'ont pas tous été atteints, nous estimons néanmoins présenter un travail cohérent qui demandera à être finalisé puis ensuite expérimenté au niveau du secondaire professionnel.

Des contacts ont été pris avec la polyvalente des Chutes de Shawinigan, (voir annexe I à la fin de l'avant-propos) les professeurs du département de fabrication mécanique de cette école ont été sensibilisés aux problèmes posés par la préparation du travail et un enseignant de cette institution a commencé à travailler avec l'équipe de recherche et a testé avec ses étudiants quelques-uns des documents produits.

Présentation de l'équipe de recherche

Nous nous sommes efforcés de constituer une équipe aussi diversifiée que possible.

Ont travaillé à la recherche:

. Au niveau universitaire:

- Michel Gautier, responsable du projet et professeur invité, Jacques Héroux et Claude Milette, tous les trois enseignants au département des Sciences de l'Education, section enseignement professionnel.
- Raymond Paquin, directeur du service de développement pédagogique de l'UQTR.

. Au niveau collégial:

- André Marichal, professeur de fabrication mécanique au CEGEP de Trois-Rivières.

. Au niveau secondaire:

- Eddy Rivard, professeur à la polyvalente des Chutes de Shawinigan.

. Des étudiants:

- Jean-Marcel Gilbert, Marquis Lambert, Jacques Poulain et René Tousignant étudiants inscrits au BAFINEP (Baccalauréat de formation initiale en enseignement professionnel - Programme 7823).

. Des professionnels appartenant au personnel de soutien pour la mise en forme des documents élaborés.

Aux dires de tous, l'ambiance de travail a été excellente. Les structures sont en place pour la prolongation souhaitée de la recherche.

Objet technique choisi comme support pédagogique

Il s'est avéré nécessaire, assez rapidement, d'identifier un objet technique pouvant servir d'exemple didactique. La pièce choisie ne devait être ni trop simple (afin de justifier une analyse de fabrication mécanique) ni trop complexe (afin de rendre la lecture des documents s'y rapportant accessible à un large public). Notre choix s'est porté sur un dessin (voir annexe II à la fin de l'avant-propos) publié par le ministère de l'Education dans son recueil "Projets de fabrication mécanique "(septembre 1973).

Nous avons été amenés à modifier ce dessin pour les raisons suivantes:

- Il n'utilisait pas le système international d'unités, ni les normes ISO.
- Il n'était pas coté fonctionnellement.

D'autre part, nous avons préféré utiliser des vis standards plutôt que des vis usinées en petite série par l'atelier et une base coulée en fonte plutôt que taillée dans un bloc d'acier (base plus légère et apparition de problèmes intéressants au niveau de la cotation de la pièce brute de moulage) (voir annexe III à la fin de l'avant-propos).

Il est à noter que le bloc en Vé, coulé et usiné au CEGEP de Trois-Rivières suivant les nouvelles spécifications est visible à l'UQTR.

Les analyses de fabrication de la bride et de la base du bloc sont présentées à part, celle de la bride sert d'exemple d'application au niveau du développement théorique des différentes étapes de la préparation de la fabrication.

Quelques propos sur la recherche

Le travail a d'abord débuté par une recherche bibliographique, cette démarche nous a permis de découvrir et de consulter un grand nombre de livres et d'articles de grande qualité. On trouvera dans le document remis une bibliographie annotée des principales références.

Après une certaine période de réflexion, nous avons été à même de mettre en place un tableau synoptique proposant une démarche méthodologique permettant de mener à bien une analyse de fabrication mécanique.

Ce tableau qui a évolué au cours des quelques mois consacrés à la recherche et que nous présentons dans le présent document, nous a servi de plan de recherche.

Des contacts ont été pris avec l'industrie québécoise (Canadair, Pratt et Whitney), ils n'ont pas donné les résultats escomptés.

En effet, les analyses de fabrication faites par les préparateurs des bureaux des méthodes des compagnies sont effectuées par un personnel possédant une grande expérience technique, ils "voient" beaucoup plus facilement que nos étudiants l'ordre des différentes opérations de fabrication à faire subir à la pièce et ne sentent pas le besoin d'utiliser une "méthode d'analyse".

Par contre la méthodologie mise en place dans la recherche sera très utile aux personnes ayant peu d'expérience industrielle, elle permettra de présenter la fabrication mécanique, non pas comme un recueil de recettes mais plutôt comme une suite d'actions logiques et participera ainsi à la mise en place d'une éducation technologique.

La méthode d'analyse présentée ci-après a l'intérêt d'être complète et extrêmement logique. Au bout d'un certain temps, au fur et à mesure de l'acquisition de l'expérience, elle pourra paraître fastidieuse à certains. L'évaluation du modèle au secondaire professionnel nous dira quelles simplifications il est possible de faire après un certain temps d'utilisation.

Nous vous engageons sans plus tarder à débuter la lecture du document.

ANNEXE 1

LA COMMISSION SCOLAIRE RÉGIONALE DE LA MAURICIE
POLYVALENTE DES CHUTES
5105 BOUL. ALBERT TESSIER SHAWINIGAN G9N 7A3

Le jeudi 1er avril 1982

U.Q.T.R.
C.P. 500
Trois-Rivières
G9A 5H7

A l'attention de M. Jacques Héroux, prof. sc. de l'éduc.

Monsieur,

Pour faire suite à votre rencontre du 28 mars dernier, c'est avec plaisir que je viens vous informer que le département de fabrication mécanique de la polyvalente des Chutes accepte de coopérer à l'élaboration du projet "Analyse de fabrication".

M. Eddy Rivard, professeur, aura la responsabilité de superviser ledit projet au niveau de la polyvalente.

Espérant que le tout sera à votre entière satisfaction, je vous prie d'accepter, Monsieur, mes salutations distinguées.

Le Directeur Adjoint
à l'enseignement prof.

Benoît Dupont.

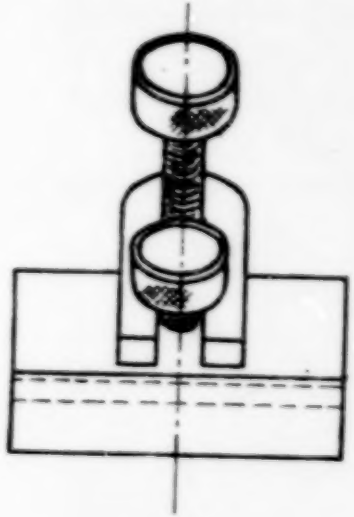
Benoît Dupont

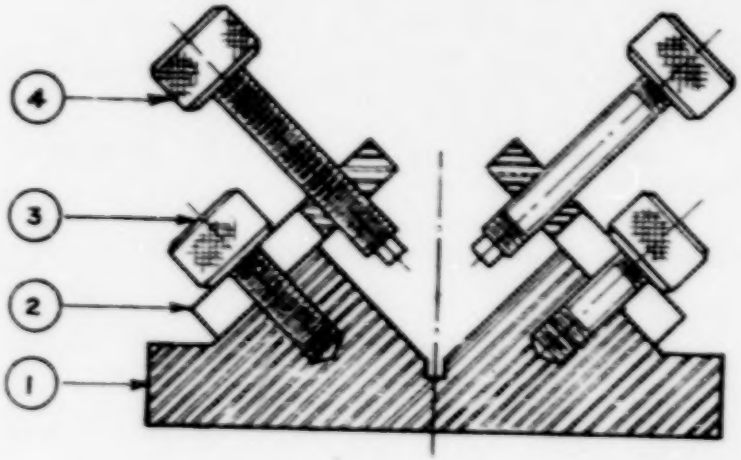
Le Chef de groupe
Dépt mécanique

Claude Landry

Claude Landry

BD"CL/lhg





NO	DÉSIGNATION	MATIÈRE	QUANT.
4	VIS DE PRESSION	ACIER L.A.F.	2
3	VIS DE SERRAGE	ACIER L.A.F.	2
2	BRIDE	ACIER L.A.F.	2
1	BASE	ACIER AISI 4340	1

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

Direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

TOLÉRANCES GÉNÉRALES

TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INDIQUÉES SUR LES COTES

COTES À 1 DÉCIMALE ±1/16"
COTES À 2 DÉCIMALES ±.01"
COTES À 3 DÉCIMALES ±.005"

FRACTIONS ±1/64"
ANGLES ±0°30'
ÉTAT DE SURFACE 125
ÉBARBER LES ARÊTES VIVES

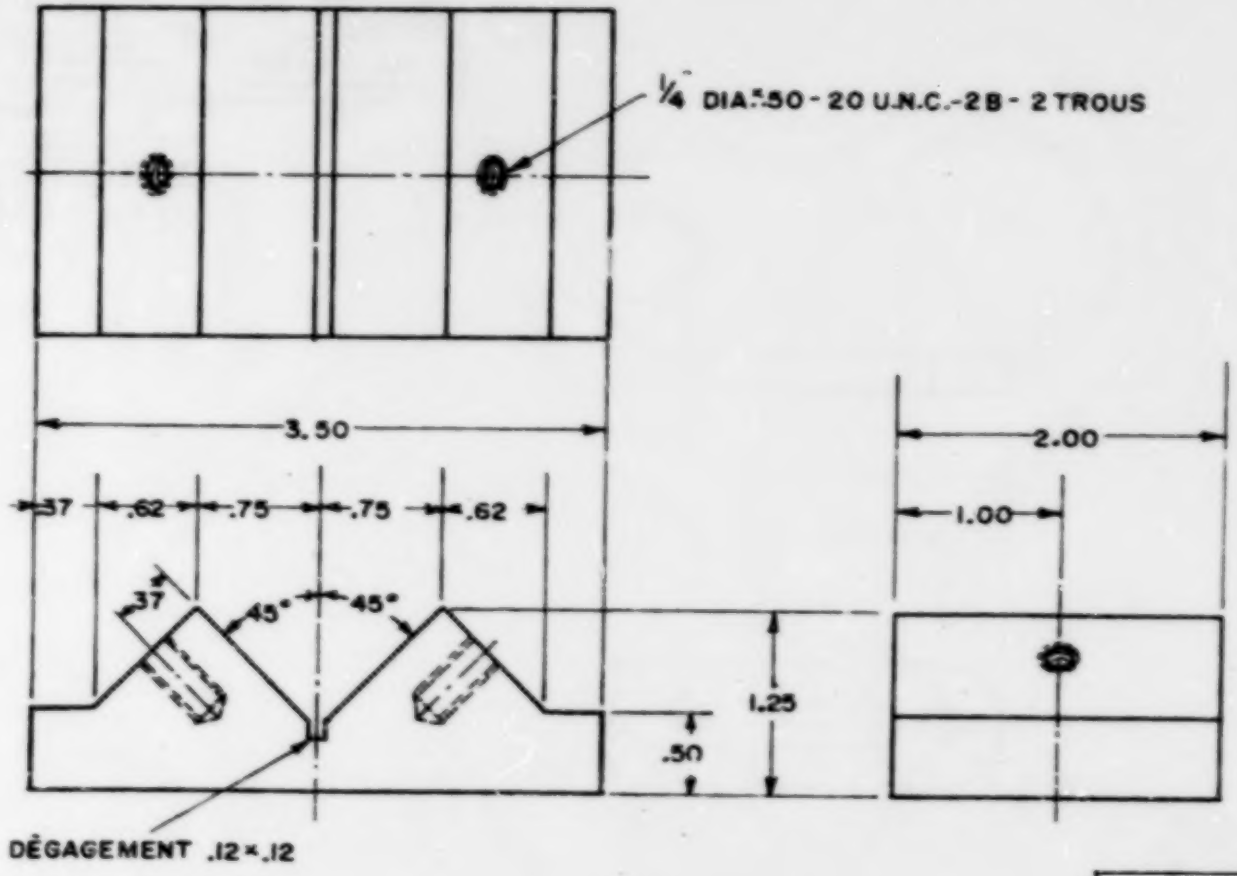
TRAITEMENT THERMIQUE

TYPE: BLOC EN "V"

TRACÉ PAR L L — DATE 10 MAI 73
VÉRIFIÉ PAR — DATE
APPROUVÉ PAR — DATE

ÉCHELLE 1"=1" — NO DU PROJET 030
FORMAT 8½ x 11 — PAGE 0 DE 4

NO	DATE	MODIFICATIONS	ÉTUDIÉ	PAR
0				
A				



1	BASE	A.I.S.I. 43-40	1
NO.	DÉSIGNATION	MATIÈRE	QUANT.

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

Direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

TOLÉRANCES GÉNÉRALES

TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INDIQUÉES SUR LES DESSINS

COTES À 1 DÉCIMALE	± .1"
COTES À 2 DÉCIMALES	± .01"
COTES À 3 DÉCIMALES	± .005"
FRACTIONS	± 1/64"
ANGLES	± 0° 30'
ÉTAT DE SURFACE	
ÉBARBER LES ARÊTES VIVES	

TYPE: BASE (BLOC EN V)

TRACÉ PAR: L.L. DATE: 10 MAI-73

VÉRIFIÉ PAR: DATE:

APPROUVÉ PAR: DATE:

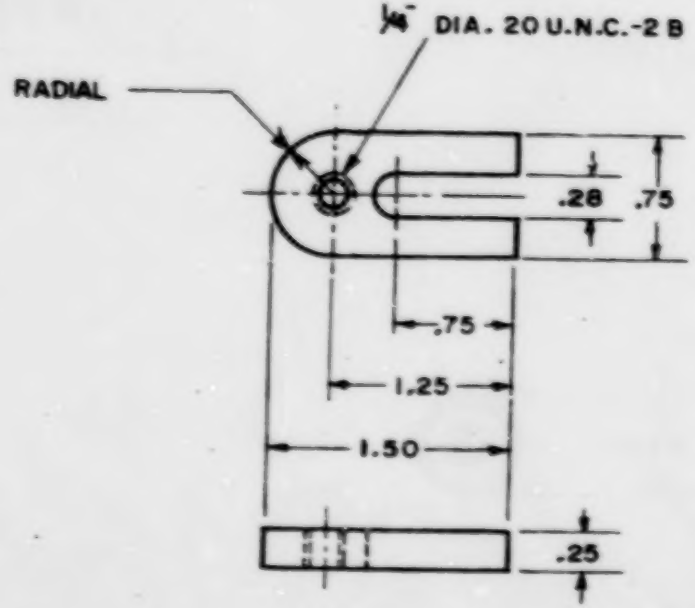
ÉCHELLE: 1" = 1" NO. DU PROJET: 030

FORMAT: 8½ x 11 PAGE 1 DE 4

NO.	DATE	MODIFICATIONS	ZONE	PAR
B				
A				

TRAIT TYPE: 40-45 R/C

VIII



2	BRIDE	ACIER L-A-F.	2
NO.	DÉSIGNATION	MATIÈRE	QUANT.

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

TOLÉRANCES GÉNÉRALES
TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INDIQUÉES SUR LES COTES

COTES à 1 DÉCIMALE ±
COTES à 2 DÉCIMALES ±
COTES à 3 DÉCIMALES ±

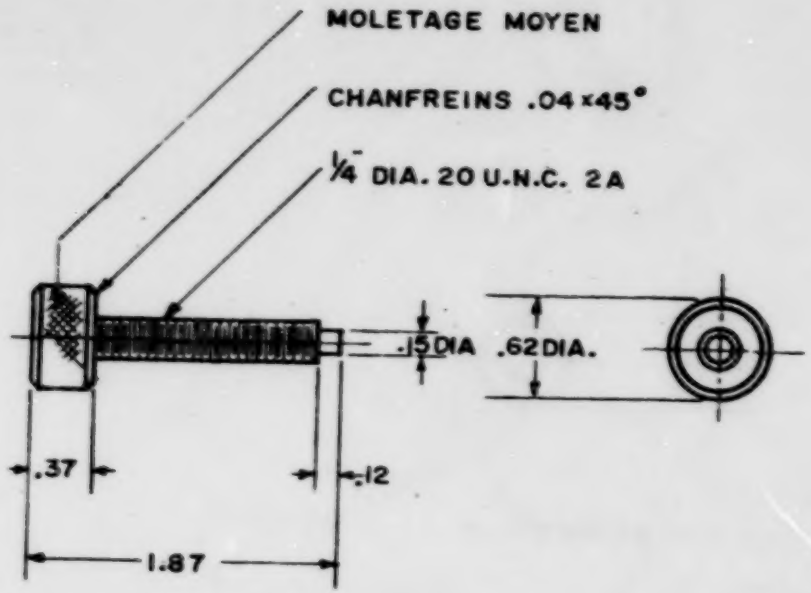
FRACTIONS ±
ANGLES ±
ÉTAT DE SURFACE
ÉLIMINER LES ARÊTES VIVES

TYPE: BRIDE (BLOC EN V)

TRACÉ PAR L.L. DATE 10 MAI-73
VÉRIFIÉ PAR DATE
APPROUVÉ PAR DATE

ÉCHELLE 1" = 1" NO. DU PROJET 030
FORMAT 8½ x 11 PAGE 2 DE 4

NO.	DATE	MODIFICATIONS	ZONE	PAR
B				
A				



NO.	DESIGNATION	MATIERE	QUANT.
4	VIS DE PRESS.	ACIER L.A.F.	2

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION

direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

TOLÉRANCES GÉNÉRALES
TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INSCRITES SUR LES COTES

COTES à 1 DÉCIMALE ±
COTES à 2 DÉCIMALES ±
COTES à 3 DÉCIMALES ±

FRACTIONS ±
ANGLES ±
ÉTAT DE SURFACE
ÉLIMINER LES ARÊTES VIVES

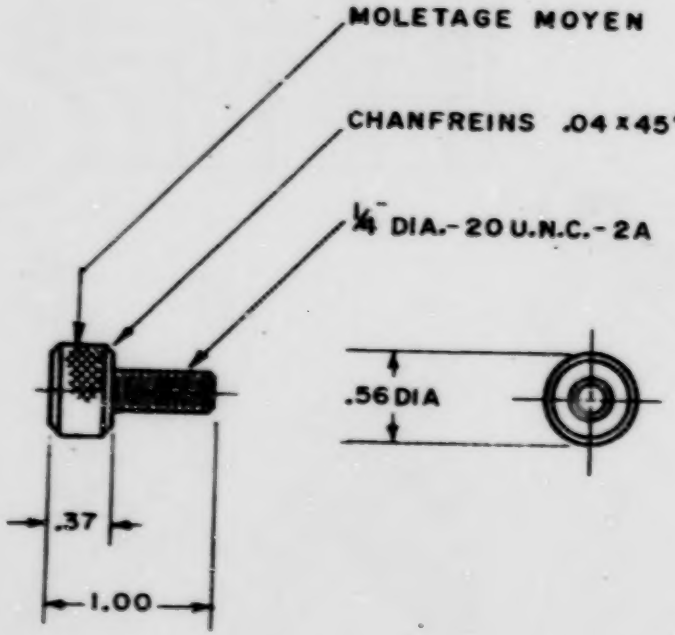
TRAIT THÉRIA

TITRE
VIS DE PRESSION

TRACÉ PAR L.L. DATE 10 MAI-73
VÉRIFIÉ PAR DATE
APPROUVÉ PAR DATE

ÉCHELLE 1" = 1" NO DU PROJET 030
FORMAT 8½x11 PAGE 4 DE 4

NO.	DATE	MODIFICATIONS	ZONE	PAR
B				
A				



NO	DESIGNATION	MATIERE	REMARQUES
3	VIS DE SERRA.	ACIER L.A.F.	2

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

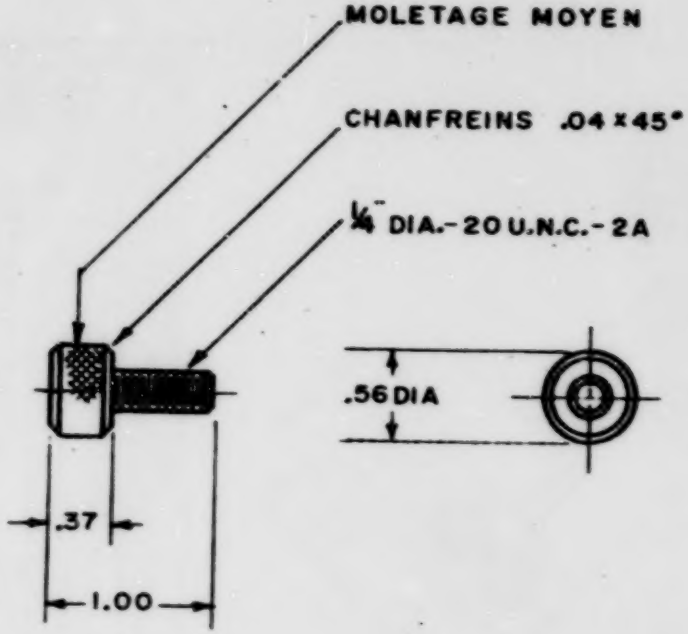
TITRE : VIS DE SERRAGE

TOLÉRANCES GÉNÉRALES
TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INDIQUÉES SUR LES COTES

COTES à 1 DECIMALE	± .1"
COTES à 2 DECIMALES	± .01"
COTES à 3 DECIMALES	± .001"
FRACTIONS	± 1/64"
ANGLES	± 1/2°
ETAT DE SURFACE	125
ÉBAVURER LES ARÊTES VIVES	
TRAIT THEORIE	

TRACÉ PAR	L.-L.	DATE	11 MAI-73
VÉRIFIÉ PAR	L	DATE	
APPROUVÉ PAR		DATE	
ÉCHELLE	1" 1"	NO DU PROJET	030
FORMAT	8½ x 11	PAGE	3 DE 4

NO	DATE	MODIFICATIONS	ZONE	PAR
B				
A				



NO	DESIGNATION	MATIERE	QUANT.
3	VIS DE SERRA.	ACIER L-A-F.	2

Gouvernement du Québec

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
direction générale de l'éducation des adultes
SERVICE DES PROGRAMMES ET EXAMENS

TOLÉRANCES GÉNÉRALES
TOLÉRANCES PARTICULIÈRES INDIQUÉES SUR LES COTES

COTES à 1 DÉCIMALE ±1"
COTES à 2 DÉCIMALES ±.01"
COTES à 3 DÉCIMALES ±.001"

FRACTIONS ± 1/64
ANGLES ± 0°30'
ÉTAT DE SURFACE 63
ÉLIMINER LES ARÊTES VIVES

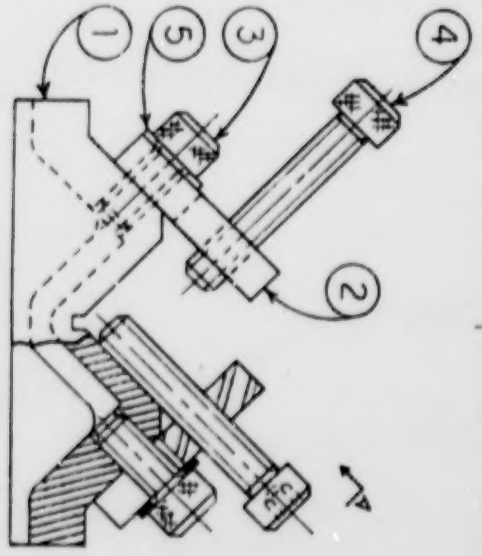
TRAITEMENT THERMIQUE

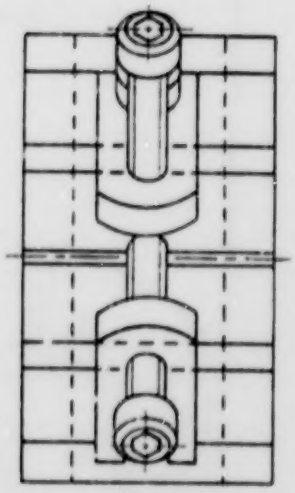
TYPE
VIS DE SERRAGE

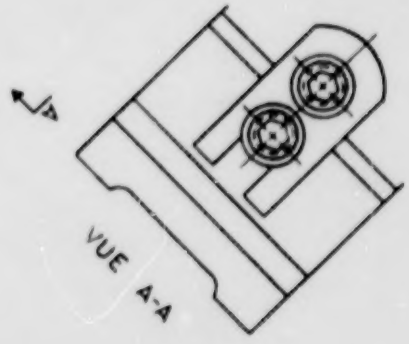
TRACÉ PAR L.L. DATE 11 MAI-73
VÉRIFIÉ PAR DATE
APPROUVÉ PAR DATE

ÉCHELLE 1" 1" NO DU PROJET 030
FORMAT 8½ x 11 PAGE 3 DE 4

NO	DATE	MODIFICATIONS	ZONE	PAR
B				
A				



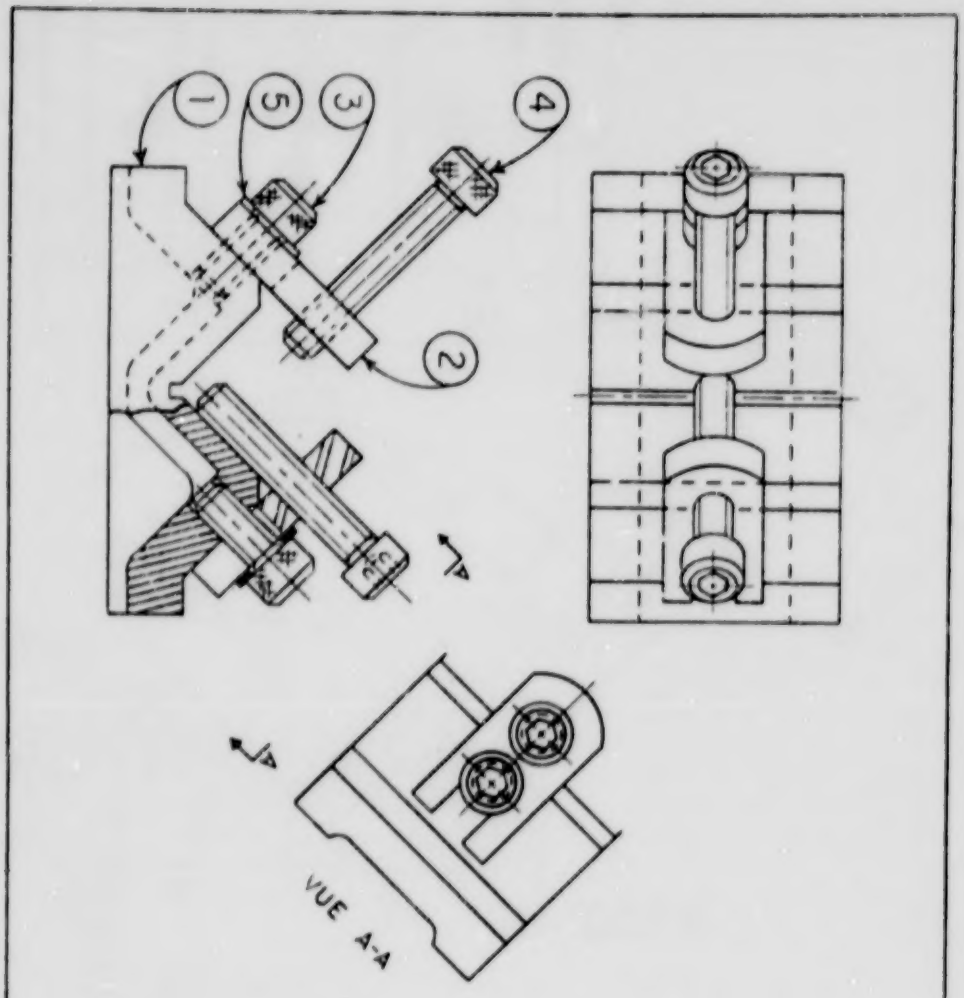




REP	QTE	N DESSIN	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
5	2	D 4 0 5	RONDELLE Z8N		
4	2	D 4 0 4	CHc M 8×1.25×45L		
3	2	D 4 0 3	CHc M 8×1.25×18L		
2	2	D 4 0 2	BRIDE	SAE 1035	Tr.Th.: 40-45 R'C
1	1	D 4 0 1	BATI	FONTE	

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

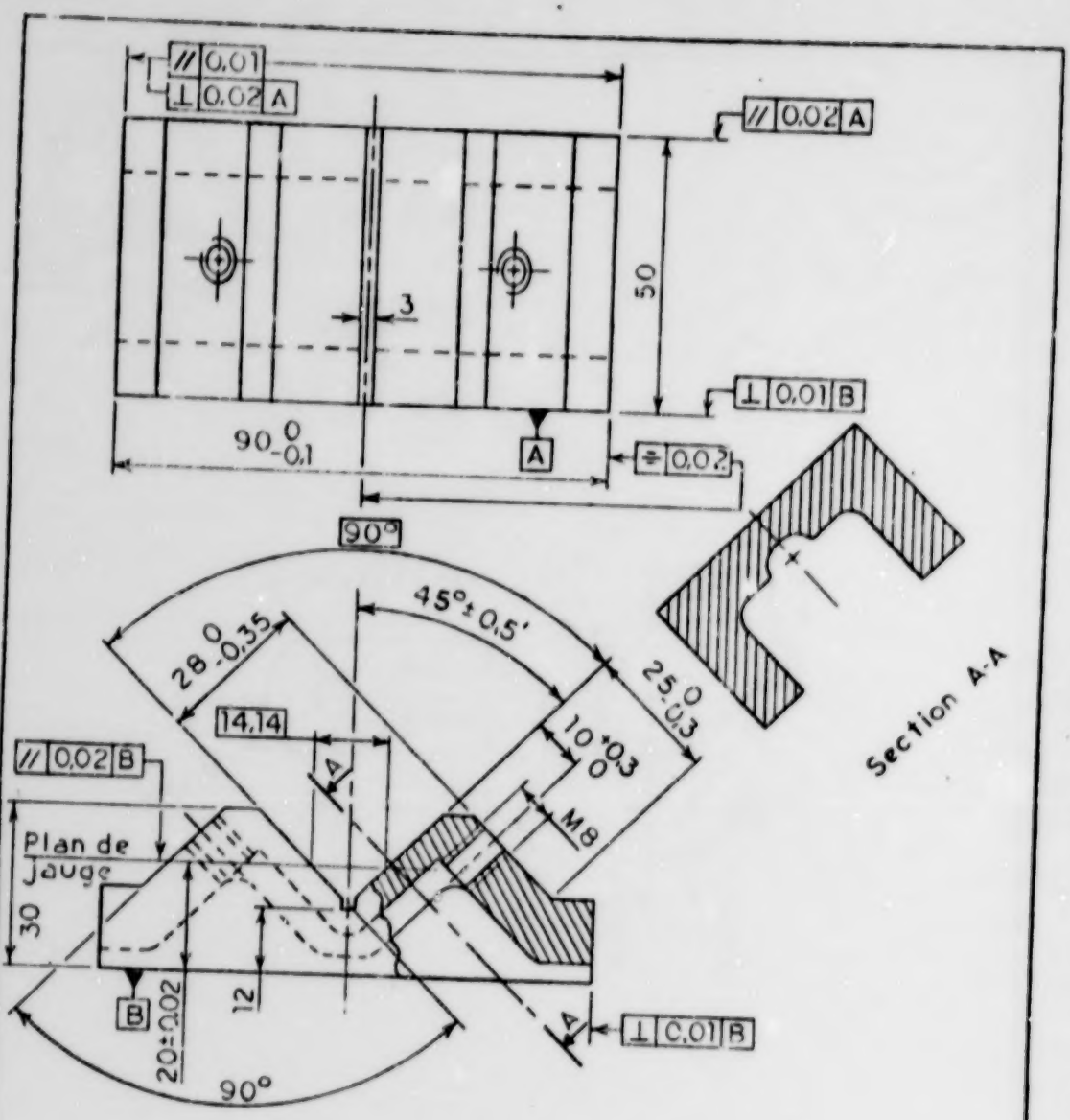
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.03.28	Titre: BLOC EN "V"	
Des. par: M. GAUTIER	Ech. 1:1	References	E004
Ver. par: [illegible]			



REP	QTE	N DESSIN	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
5	2	D 4 0 5	RONDELLE Z8N		
4	2	D 4 0 4	CHc M 8×1.25×45L		
3	2	D 4 0 3	CHc M 8×1.25×18L		
2	2	D 4 0 2	BRIDE	SAE 1035	Tr.Th.: 40-45 R'C
1	1	D 4 0 1	BATI	FONTE	

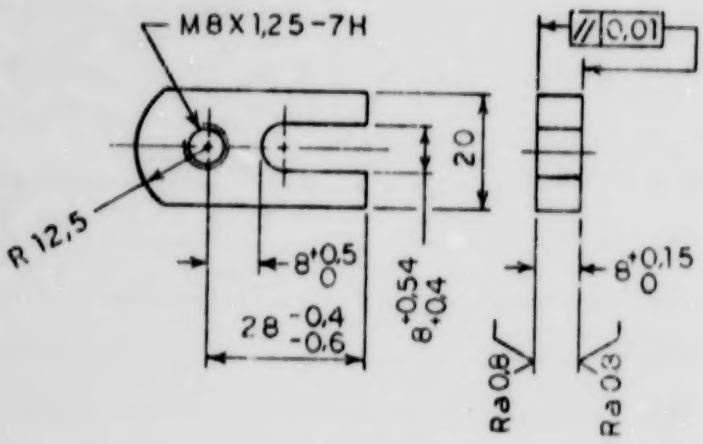
UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.03.28	Titre: BLOC EN "V"	
Des. par: M. GAUTIER	Ech. 1:1	References	E004
Ver. par:			



MAT. : FONTE GRISE 35B (ASTM A48)
QTE. : 1 REQ

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES			
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.04.28	Titre: BATI	
Des. par: M GAUTIER			
Ver. par:	Ech. 1:1	Références E-004	D401



MAT. : SAE 1035 LAC
Tr.Th. : DURCIR 40-45 HRc
QTE : 2 REQ.

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES			
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.04.26	Titre: BRIDE	
Des. par: L. GELINAS			
Ver. par: M G	Ech.: 1:1	Références E-004	D402

TABLE DES MATIERES

	Pages
Avant-propos	I à XIV
Table des matières	XV
Bibliographie annotée	XVI à XXVIII
Introduction	I/1 à I/3
Lexique	L/1 à L/6
Présentation d'un bureau des méthodes	à venir
Tableau synoptique	S/1
Etape préliminaire	à venir
Etape 1	1/1 à 1/30
Etape 2	2/1 à 2/17
Etape 3	3/1 à 3/25
Etape 4	4/1 à 4/19
Etape 5	5/1 à 5/21
Etape 6	à venir
Etape 7	à venir
Etape 8	à venir
Etape 9	à venir
Conclusion	C/1

BIBLIOGRAPHIE ANNOTEE

Concernant l'analyse de fabrication mécanique

et le bureau des méthodes

COLL. GEN. TJ 241 C 66 UQTR

BERT, R. Construction mécanique niveau I. Hachette, 1979, 224 pages.

Présentation de plusieurs sujets qui peuvent faire l'objet de centres d'intérêts. Bonne partie sur l'analyse technique de cotation. Une partie sur l'analyse de fabrication.

COLL. GEN. TS 213 B 63 UQTR

BODIN, Maurice. Technique du devis en fabrication mécanique. Paris, Entreprise moderne d'édition, 1975, 256 pages.

Ne touche pas directement l'analyse de fabrication mais plutot les études de temps et mouvements de perçage, de tournage, de fraisage, etc. Différents abaques sur des modes d'usinage.
Etudes poussées des temps de fabrication.

COLL. GEN. TJ 1125 B 73 UQTR

BRANGER, G. Guide du bureau des méthodes. Paris, Desforges, 1978, 271 pages.

Directement relié au bureau des méthodes, à l'analyse de fabrication et à l'élaboration de gammes d'usinage.

COLL. GEN. 621.7508 T 255 v.16 CEGEP 3-RIV.

CHEVALIER, A. Analyse des travaux, fasc. 16. Paris, Delagrave, 1978, 80 pages.

Exemples de gamme d'usinage. Exemples de cotation. Principes généraux d'analyse de fabrication. Schéma d'organisation du travail. Directement relié à l'analyse de fabrication.

COLL. GEN. TJ 1165 C 535 UQTR

CHEVALIER, A. Guide du technicien en fabrication mécanique. Hachette, 1979, 255 pages.

Préparation d'une production. Fonctions du bureau des méthodes. Cotes de fabrication. Gammes types. Simulation d'usinage. Contrat de phase. Etude de la pièce. Etude du porte-pièce. Moyens de fabrication. Différents moyens de vérifications et exemples. Touche directement l'analyse de fabrication.

COLL. GEN. TJ 1165 B 67 v.3 UQTR

F.I.M.T.M. Dossiers machines-outils, tome 3. Fédération des Industries Mécaniques et Transformatrices des Métaux. Paris, 1979, 178 pages.

Traite de différentes études de phases sur le: perçage, tournage, alésage, fraisage, filetage. Etablissement de l'étude de phase à partir de la gamme d'usinage.

COLL. GEN. TS 204 B 65 UQTR-REF.

BOISSIER, René. Dictionnaire technique des fabrications mécaniques. Paris, Desforges, 1979. 198 pages.

Plus de 2000 mots, de 400 figures et de 800 références de normes AFNOR. Symboles mathématiques normalisés. Tableaux des principales unités et des principaux corps. La plupart des définitions difficiles à imaginer sont avec croquis. Indispensable pour un professeur de mécanique.

COLL. GEN. TJ 1185 B 717 m E.T.S.

BONNET, A. Méthodes et usinages. E.T.V. , Voiron, 1968.

Destiné au B-M. Temps de fabrication. Différents facteurs intervenants dans les opérations principales d'usinage. La majeur partie sont des tableaux qui nous renseignent sur des facteurs d'usinage à partir des conditions moyennes de coupe.

COLL. GEN. 621.7 c 527 e DIAP. CEGEP 3-RIV.

CHEVALIER, A. Etude des temps d'exécution. Paris, Delagrave, 117 diapos.

Étude des temps et mouvements de l'homme et de la machine. Plusieurs tableaux et abaques. Capacité de machines et d'appareils (sûrement utile à l'analyse de fabrication à ce niveau). Dossier fabrication.

COLL. GEN. 621.7 c 527 a DIAP. CEGEP 3-RIV.

CHEVALIER, A. Analyse des travaux. Paris, Delagrave, 157 diapos.

Très pertinent pour l'analyse de fabrication. Beaucoup de modèles de pièces et de gammes d'usinage.

COLL. GEN. 621.7508 T 255 v.18 CEGEP 3-RIV.

DELANETTE, N. Bureau d'études. Le projet en construction mécanique, fasc. 18. Paris, Delagrave, 1972, 110 pages.

Schéma du B-E et d'un projet. Méthode de recherche et de conception. Choix du procédé de fabrication.

COLL. GEN. TA 350 P 74 v.1 UQTR
620.1 P923 v.2 CEGEP 3-RIV.

DIETRICH, A. et al. Précis de construction mécanique, v.2. Méthodes, fabrication et normalisation. Paris, Afnor-Nathan, 1979, 242 pages.

Localisation de la pièce (sur machine). Contrôle du processus de fabrication. Choix du procédé de fabrication. Etablissement d'un processus d'usinage (matrice). Exemples de méthode d'analyse de fabrication (pp. 154 à 156). Très pertinent.
(v.1, classé à Maisonneuve)

COLL. GEN. TJ 1160 K 37.1972 UQTR

KARR, J. Gammes d'usinage et analyses de phases. Etude de fabrication mécanique. Paris, Dunod, 1972, 127 pages.

Principes de base, définitions et conditions. Mise en position des pièces et fixation. Cotation d'usinage. Choix de l'ordre de l'usinage. Choix des outils, des machines et des appareils. Méthode de gammes. Analyses de phases.

COLL. GENERALE TJ 1125 G 265 1968 LAVAL-SCIENCE

Nordhoff, W.A.. Machine shop Estimating, Mc Graw-Hill, Toronto, 1960.

Ce livre traite quelque peu de la séquence des opérations requise pour une fabrication donnée. Cependant, une étude très détaillée des temps de travail et surtout des temps de coupe requis selon certains facteurs. On traite aussi de limites des machines-outils.

COLL. GEN. TJ 1185 D 419 e E.T.S.

PAOLA, P. Entrainement aux gammes d'usinage, dessins cinématiques. Paris, Desforges, Girardot, 1972, 90 pages.

Genre de centre d'intérêt (Porte broche de perçage). Symboles plus ou moins universels. Les exemples de gammes sont plus ou moins convenables pour les buts de l'analyse de fabrication. Des conseils pédagogiques, pour l'utilisation de ce livre , sont donnés en page IV.

COLL. GEN. TJ 1125 P 36 UQTR

PAOLETTI, M. Etude logique des gammes d'usinage. Paris, Desforges, 1977.

Concerne directement l'analyse de fabrication. Repérage isostatique sur l'appareillage. Cotation de fabrication (Cm, Co, Ca), transfert de cotes, diff. exemples et exercices. Exemples de gammes d'usinage et d'une méthode d'élaboration. Documents B-E.

COLL. GEN. 621.902 K 18 m CEGEP 3-RIV.

KARR, Jack. Méthodes et analyses de fabrication. Bordas, Paris, Dunod, 1979, 142 pages.

Traite du but de l'entreprise, situe le B-E et détaille la constitution du B-E. Touche l'analyse de fabrication d'un bout à l'autre.

COLL. GEN. TJ 1165 P 33 UQTR

PADILLA, P. Guide des fabrications mécaniques. Paris, Dunod, 1978, 239 pages.

Situation du bureau des méthodes. Symboles de prise de pièce (isostatisme). Tolérances de forme et de position. Organigramme de l'entreprise. Exemples de gamme d'usinage. Eléments standards pour les montages d'usinage. Tableau des tolérances possibles en fonction du procédé d'usinage. Analyse d'usinage et calculs de cotes. Très pertinents pour l'analyse de fabrication.

COLL. GENERALE TJ 1160 K86 1970F LAVAL-SCIENCE

Kovan, V. Technologie de la construction mécanique, (techniques soviétiques). Editions Mir, Moscou

Ce livre traite expressément des gammes d'usinages en construction mécanique: établissement de gammes de fabrication; analyse technique et économique; ablocage des pièces sur machines; calcul des tolérances de fabrication; calcul de l'erreur d'usinage; calcul de surépaisseur d'usinage et cotation des ébauches.

Peu de tableaux, beaucoup de théorie, nombreux exemples...

COLL. GEN. TJ 213 R 116 A 1965-66 E.T.S.

RABINOVITCH, A.N. Automatisation des procédés de fabrication en construction mécanique Paris, Société de publications mécaniques, 1968, 266 pages.

Automatisation pour les opérations de contrôle. Multitude de gadgets, de mécanismes et de dispositifs pour contrôler automatiquement différentes opérations. Pas directement relié à l'analyse de fabrication.

PERIODIQUE CEGEP T-R

Le Cours Industriel. No: 3, jan. 78, 35[13] année, p.3 à 8.

La mise en position des pièces. Etude de la norme NF-E-04014 et 04013, traitant de schématisation et de symbolisation. Tableaux: couples de surfaces et libertés de mouvement, résumé des normes, symbolisation technologiques et familles de liaison, la mise en position des pièces (comment aborder cet enseignement au CET).

PERIODIQUE CEGEP T-R

Le Cours Industriel. No: 2, nov. 79, 39[13] année.

Méthodologie pour traiter un problème technologique. Il s'agit essentiellement de considérations pédagogiques d'un problème. Excellents tableaux récapitulatifs de la situation de l'analyse de fabrication dans un processus de résolution de problèmes.
Suite dans: No: 3, déc. 79 et No: 4, jan. 80.

PERIODIQUE CEGEP T-R

Le Cours Industriel. No: 2, nov. 79, 39[13] année.

Dessin-préparation du travail-fabrication. Analyse de fabrication pour le travail des métaux en feuille: Contraintes, phases, matrices, sagittal.
Suite dans: No: 3, dec 79.

PERIODIQUE CEGEP T-R

Le Cours Industriel. No: 6, mars 81, 40[13] année.

Le lancement du travail. Article qui traite de la préparation au lancement du travail dans l'atelier. Excellents exemples de fiche d'instruction de sous-phases. Simple et précis, applicable au secondaire.
Suite de No: 4-5, jan. fev. 81.
Suite dans: No: 6-7-, avril-mai 81.

PERIODIQUE T 61 C 68 UQTR

Le Cours Industriel. Nos: 7-8, avril-mai-juin 81, p. 1 à 6.

Le lancement du travail. (Suite). Cet article donne un excellent exemple d'étude rationnelle du dessin de définition. Ceci permet de recenser les opérations d'usinages requises et de les organiser en fonction des objectifs opérationnels recherchés (liaison interdisciplinaire). On traite de liaison, d'isostatisme, de choix de solution, de cotes de réglage. On donne un exemple de dossier technologique remis à l'étudiant

PERIODIQUE MD 5701 B48 UQTR

Entreprise et formation. No: 81, nov.déc. 80, p. 38.

CETIM: Un centre de formation au carrefour de la production automatisée. Un article sur l'utilisation de l'informatique pour résoudre des problèmes au BE, BM, ou à l'atelier.
Adresse de correspondance incluse.

PERIODIQUE 48-A POLYTECHNIQUE

Techniques Arts Sciences. Nos. 211-212, sep.-oct. 67, p.3.

Insertion d'un appui conique dans une chaine de pièces en appui normalisé. Cet article traite de : cotation fonctionnelle; systèmes de cotation, alésage ou alésage; choix d'un plan de jauge; mise en place de l'appui conique; calcul des cotes de position en maxi et mini de matière; calcul de cotes dimensionnelles; applications.

PERIODIQUE 72 T 44 UQTR

Techniques Arts Sciences. Nos: 1-2, 1971, p. 10.

De l'étude de fabrication à l'analyse d'usinage. Il s'agit d'une étude exhaustive sur les fonctions du bureau des méthodes. On traite entre autres de: Situation du BM en industrie, type de travail général, dessin de définition, programme de fabrication, parc-machines et equipements, étude du dessin, étude des cotes Cu Co, organisation du travail- gammes, phases, étude des moyens, symbolisation des points d'appui, de serrage et d'usinage, mise en position des pièces, départ sur le brut- symbolisation et notes, liaison au brut, analyse d'usinage.

Excellents tableaux inclus.

PERIODIQUE CEGEP T-R

Techniques Arts Sciences. Nos: 5-6, 1971, p. 15 et ss.

Tolérances dimensionnelles et surépaisseurs. Il s'agit d'un article de fond qui traite de situation des faces d'usinages par rapport au brut. L'exposé indique la régularité et le degré de précision qu'on peut atteindre de pièces moulées selon les diverses méthodes. Beaucoup d'exemples très pertinents.

PERIODIQUE T2 T44 UQTP

Techniques Arts Sciences. Nos: 3-4, 1971, p. 17.

Choix d'un moyen d'usinage. Caractéristiques de la surface à usiner, choix du moyen d'usinage, constitution d'un dossier technique, exemples de documents méthodes.
Tableaux: Tolérances de formes et position, états de surface, rugosité, exemple de dossier-machine, étude de position géométrique, exemple de positionnement géométrique sur un tour parallèle, sur une raboteuse, sur une fraiseuse, et sur une perçeuse,

position dimensionnelle des IT, dispersion des cotes usinées et des cotes machines, géométrie de la surface, dispersion des équipements spéciaux.
Excellente étude d'un choix de moyen d'usinage...

(5)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No. 13, avril 1969. art. 6.1.2.6, p.33.

La méthode PERT (Program Evaluation Review Technique). L'article donne un exemple concret d'une méthode d'application de la technique PERT pour la solution de la fabrication de pièces d'un moteur à explosion. Exemple complet.

(6)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 17, nov 1969, art. 6.3.3.4, p.25.

Les tolérances en construction mécanique. L'article traite des tolérances et des erreurs géométriques de différents ordres. On y inclut un tableau de rugosité type pour des pièces de précision. On y inclut aussi un tableau sur la précision courante de différents modes d'usinages.

PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 30. mars 71, art. 6.1.2.6, p.21.

Indication des faces d'appui et faces de serrage. Définition et symbolisation de "faces d'appui" et " face de serrage". Issu de la norme AFNOR E 04013-70.

(7)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 27, dec.1970, art. 6.1.2.6, p.15

De l'étude de fabrication à l'analyse d'usinage. L'article définit sommairement le travail du bureau des méthodes à partir du dessin de définition. On traite d'étude du brut de fonderie, de parc-machines et de personnel. On parle aussi de cotation de fabrication, de montages d'usinages, d'implantation et de phases. Il y a des tableaux sur les cotes usinées et outil, sur la symbolisation des points de départ et d'appui et sur la liaison au brut.

(8)
PERIODIQUE CNDEP T-R XX

Techniques Industrielles. No: 28, jan.71, art. 6.1.2.6, p. 9.

Choix d'un moyen d'usinage. Quelles sont les conditions qui régissent le choix d'un moyen d'usinage: - Techniques de fabrication
- Machines et leur état
- Outillages utilisés
On classe les machines-outils par groupe d'incorrection géométriques et leur de positionnement pour pouvoir déterminer l'IT de réglage. Plusieurs tableaux pertinents.

PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. Nos: 32-33, mai-juin 71, art.6.3.3.1.

Classification et terminologie des dessins. Définition des termes généraux se rapportant aux documents tracés. Issu de la norme NF E 04 003-70.

(9)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 34, oct.71, art: 6.3.3.3.5, p.87

Pièces moulées. Cet article fait suite à un article publié dans la revue Techniques Arts et Science (No: 5-6, 1971). On y traite de tolérances dimensionnelles, de surépaisseur d'usinage et de poin de départ d'usinage en rapport avec les pièces moulées. Tableau de surépaisseur.

(10)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 70, oct. 75, art: 6.1.2.6, p.25.

Informatique et analyse de fabrication. On définit clairement la place de l'informatique dans le processus d'analyse de fabrication. On donne les méthodes et indications pour un traitement par informatique. Nombreux tableaux.

PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 45, déc. 72, art: 6.3.3.8, p. 25.

Degrés de liberté et liaison mécaniques. On définit les types de liaison géométriques de deux corps: Liaison libre, liée, appuyée et encastrée. Plusieurs tableaux pertinents.

(12)
PERIODIQUE CNDEP T-R

Techniques Industrielles. No: 82, jan. 77, art: 6.1.2.6, p.27.

Recherche de résolution des gammes de fabrication sur ordinateur. Etude informatique complète et très détaillée. Exemples et tableaux inclus.

(13) PERIODIQUE

Techniques Industrielles. No: 76, avril 76, art: 6.1.2.6, p.17.

Calcul des cotes de fabrication. Définitions et conventions. Généralités sur le calcul des cotes: addition et soustraction de cotes et tolérances, surépaisseur par usinage, cotes et tolérances du brut, incertitude de positionnement. Méthode de calcul des cotes de fabrication: principe, données du problème, résolution d'un problème, traitement des IT, traitement des cotes moyennes. Méthodologie du calcul. Tableaux inclus...

(14) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 79, oct. 76, art: 6.1.2.6, p. 7.

Calcul de cotes de fabrication: suite de l'article 6.1.2.6 du No: 76, avril 76, p.7.

PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 86-87, mai-juin 77, art: 6.1.2.6, p.145

Détermination des cotes de brut et d'usinages des pièces mécaniques. Suite et fin de: No: 79, oct. 76, art: 6.1.2.6, p. 7.

(12) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 76, avril 76, art: 6.1.2.6, p. 13.

Détermination des cotes de brut et d'usinages des pièces mécaniques. Etude très bien détaillée avec exemple de cotation à l'appui. Organigramme de principe inclus.

(12) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 70, oct. 75, art: 6.1.2.6, p.17.

Détermination des cotes de brut et d'usinage des pièces mécaniques. L'article traite de la résolution de calculs de cotes avec l'assistance d'un ordinateur pour les pièces présentant un grand nombre de surfaces. On y joint plusieurs tableaux dont un organigramme de programmation pour le calcul. On donne un exemple complet d'application pour une fourchette de boite de vitesse.

(17) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 48, mars 73, art: 6.1.2.6, p.23 à 50.

Ordonnancement des opérations et théorie des graphes.

A- Définitions de notions fondamentales: notions de contraintes, rappel sur la théorie des graphes, méthodologie de la recherche du processus de fabrication, mise en place des pièces.

B- Application à l'étude de phase

C- Méthodologie, codification des usinages

D- Logique des machines-outils

Plusieurs tableaux pertinents...

(1) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielles. No: 73, Jan. 76, art: 6.1.2.6, p. 11.

Introduction à l'analyse de fabrication. Il s'agit essentiellement d'un document professeur visant à uniformiser et simplifier tous les éléments propres à l'analyse de fabrication. L'article contient d'excellents tableaux dont voici un résumé succint:

Voir fiches suivantes...

Chap.I. Nécessité de l'analyse de fabrication. Généralités, conseils pédagogiques, types de travaux, déroulement, lancement du travail, liaison pièce-porte-pièce, vocabulaire.

Chap.II. Le problème. Enoncé du problème, déroulement chronologique, documents de base, types de documents, dessin de définition du produit fini.

Chap.III. La préparation. Hypothèses, repérage des surfaces, découpage du dessin de définition, opérations élémentaires, contraintes, analyse des contraintes d'antériorités, matrice, tableau des niveaux, symétrie, processus d'usinage, matrice organisé.

Chap. IV. Gamme d'usinage. Composantes, gammes-exemples, analyse de phases, technologie de fabrication.

Chap V. Un exemple série. Dessin de déf. du produit fini, hypothèses de départ, inventaire des opérations élémentaires, analyse de contraintes, matrice, processus d'usinage, matrice organisée, processus d'usinage, maquette pour schéma de phase, gamme d'usinage.

Chap. VI. Implantation. généralités, choix de référentiel de départ choix de surfaces de références, normales de repérages, mise en position pratique, prise de révolution, montage en étau, en l'air, sur table.

Chap. VII. Transferts. Cotation de fabrication, nécessité du transfert, étude théorique, processus.

Chap.VIII. Complément. Etats de surfaces réalisables, surépaisseurs d'usinage, pièce déformables.

Chap.IX. La coordination. généralité, plan d'ensemble, richesse du thème, analyse de fabr., technologie générale, technologie de fabr., ensemble scientifique, ens. littéraire, conclusion.

(3) PERIODIQUE CECEP 7-P

Techniques Industrielle. No: 84, mars 77, art: 6.1.2.6, p.23.

Détermination des cotes de fabrication (Ca, Co, Ca.) liaison ME. Présentation du problème, gamme de fabrication, récapitulatif des cotes de fabrication, graphe synoptique des liaisons ME, détermination des différentes chaines de cotes, distribution des IT, Ordre de calculs.

Tableaux pertinents inclus...

PERIODIQUE CNRS/ 3-8

Techniques Industrielles. No. 88, oct. 77, art. 6.1.1.1., p. 39.

Réalisation des tolérances de symétrie. Normalisation, interprétation, fabrication, vérification, orientation et position du vecteur position, solutions de problèmes, pourquoi des tolérances de symétrie.
Excellents exemples détaillés...

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 90, déc. 77, art. 6.1.2.5., p. 37

Choix et symbolisation des points de mise en position des surfaces et des pièces sur les schémas d'opération. Critères de choix pour une détermination de la position de la surface à usiner ou contrôler. Incidence du choix des points complémentaires assurant la suppression des degrés de liberté de la pièce. Incidence sur la variation des cotes du non-respect de la détermination théorique de la position de la surface. - Article très théorique, peu de croquis.

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 90, déc. 77, art. 6.1.2.6., p. 43.

Interprétation des symboles du dessin de définition et choix d'un ordonnancement de fabrication. Identification des surfaces fonctionnelles. Méthode de fabrication d'un graphe d'interprétation. Lecture du graphe. Graphe d'ordonnancement des surfaces pour une gamme de fabrication donnée.
- Article théorique de haut niveau. Bons tableaux...

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 90, déc. 77, art. 6.1.2.6., p.47.

Détermination des cotes de brut et d'usinage des pièces mécaniques. Il s'agit d'une méthode complète de détermination des cotes B.M., tels les graphes des spécifications (Cotes F.C., conditions B.M.). Organigrammes des démarches à réaliser pour un graphe cotes F.C., et conditions B.M. bouclé.
- Article théorique de haut niveau. Excellents tableaux.

Techniques Industrielles. No. 90, déc. 77, art. 6.1.2.6., p. 44.

Théorie de la cotation de position. Détermination absolue d'un point, d'une droite, d'un plan par rapport à un repère dans l'espace. Intersection de variétés linéaires. Détermination relative complète de deux parties. Représentation vectorielle des déterminations. Ordonnancement. Degrés de liberté. Position de surfaces des pièces adjacentes. Exemple de cotation. Schéma d'appareils de contrôle. - Article de fond théorique. Multiples croquis.

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 90, déc. 77, art. 6.1.2.6., p. 39.

Calcul des cotes de réglage (Méthode statistique). Analyse de poste de travail. Analyse des distributions possibles (gauss, uniforme ou accidentelles). Loi des dispersions et de Laplace. Calcul et interprétation des dispersions.
Tableau: Fiche de calcul des dispersions.
- Article de fond théorique.

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 106, jan. 79, art. 6.1.1.6, p. 37

Tolérie en contour inscrit. Détermination de l'encombrement et des cotes de position pour un contour et un inscrit pour un trapèze parallélien. Détermination des cotes du inscrit. Détermination de l'épaisseur du inscrit. Calcul d'un dégagement entre le inscrit et l'alésage. Exemple de calcul.
- Quelques croquis pertinents.

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Techniques Industrielles. No. 101, fév. 79, art. 6.1.2.1, p.7.

VOCABULAIRE TECHNIQUE. Lexique très pertinent contenant six rubriques: concept généraux de l'étude du travail; réalisation et économie des temps; simplification du travail; préparation du travail; régulation du travail; traitement de l'information.
Tableau: Liste des symboles des temps... très pertinent.
- Intéressant et nécessaire.

PERIODIQUE TT.Al 8/8 UQAM-SCIENCE

Technique Industrielle. No. 101, fév. 79, art. 6.1.2.6, p. 31.

Industrialisation d'un produit. [suite dans No. 102]. L'article a pour but de définir les informations qui émanent de chaque étape et dont on dispose pour aborder l'étape suivante.
Organigramme d'industrialisation.
Excellent exemple complet inclus. Analyse d'usinage, simulation d'usinage, détermination du tout ensemble.
- Article très pertinent...

Techniques Industrielles. No. 111-fev.1980

Tableau des opérations. Il s'agit d'un tableau récapitulatif des opérations pour la fabrication d'une commande. C'est un point purement pédagogique qui inclut des critères d'appréciation des travaux exécutés par l'étudiant. Dessin de définition inclus.

PERIODIQUE [illegible]

Techniques industrielles. No. [illegible]

Enseignement de l'étude de fabrication. Il s'agit d'un article relatif à l'étude des fabrications mécaniques en général, annexé à l'article : Organigramme du processus d'industrialisation. Principaux éléments d'un dossier d'étude de fabrication (ex. : [illegible] de pièce). Indique des travaux exécutés dans le domaine.

PERIODIQUE [illegible]

Techniques industrielles. [illegible]

Coûts de fabrication. On trouve d'une manière générale les éléments de calcul des coûts au bureau d'études et surtout aux méthodes. Il s'agit d'une recette d'utilisation et de calcul des coûts de fabrication comprenant : travaux utiles ; taux d'heures ; corrections de tableaux ; prix de calcul ; exercice d'étude ; utilité de cette recette.

PERIODIQUE [illegible]

Techniques industrielles. No. [illegible]

Projet d'équipement en fabrication. Il s'agit de l'étude et fabrication d'un jeu à paliers [illegible]. Etude [illegible] les éléments suivants : - Tableau de passe d'outrage de pièces.
- Tableau de flux logique pour usin. d'un
- Graphe de montage-démontage

On y trouve aussi un exemple de contrat de phase et un exemple de passe de fabrication sur phase.

REFERENCE [illegible]

TI [illegible]
SUJ [illegible]
[illegible]

"Un dictionnaire de traduction bilingue offrant toutes techniques industrielles et commerciales - près de 30,000 mots anglais et plus de 120,000 équivalents de langue française - Une méthode d'application pour chaque traduction proposée - L'équivalence entre les unités de mesure des systèmes anglais, canadien, américain et international. "

REFERENCE [illegible]

TI [illegible]
AUT [illegible]
ED [illegible]

"Dictionnaire en quatre [illegible] multilinguistique et analytique donnant le moyen de connaître pour chaque concept, sa définition, ses termes généraux et synthétiques, la référence de la norme française ou [illegible] correspond le concept"

REFERENCE [illegible]

TI [illegible]
AUT [illegible]
[illegible]

"Dictionnaire encyclopédique de langue anglaise. Les termes sont rangés par ordre alphabétique. Les définitions sont explicatives afin de replacer les termes compris à un aspect de la production industrielle, de retrouver au moins [illegible] mots de la [illegible]"

REFERENCE [illegible]

TI [illegible]
[illegible]
[illegible]

Ce volume vous montre les différents départements constituant la structure d'une compagnie, leurs rôles et interrelations ainsi que les responsabilités de chacun des travailleurs de ces départements.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: THE IDENTIFICATION AND COMPARISON OF THE TASK FOR THE OCCUPATIONAL ROLE OF INDUSTRIAL PRODUCTION TECHNOLOGIST
REG, John G. ; Illinois, Aug 73, 20 p.

Le document nous présente la liste de toute les tâches essentielle à un bureau des méthodes ainsi que chacune des positions hiérarchiques correspondantes et une brève description des responsabilités de chacun.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: THE STORY OF THE PLASTICS INDUSTRY
CASSON, Inc. , New York, Aug 74, 44 p.

Le document informe le lecteur sur l'évolution de l'industrie du plastique. Donne des informations de base sur les procédés de fabrication, les propriétés des différents plastiques ainsi que leurs applications.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: MANUFACTURING
Central Michigan University, Michigan, Oct 74, 140 p.

Plan de cours sur l'analyse des tâches qu'a à accomplir un opérateur de machine-outil. Le plan de cours est destiné à des étudiants ayant des difficultés d'apprentissage.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: INTRODUCTION TO PRODUCTION TECHNOLOGY
[illegible], Inc. ; Minnesota, Mar 75, 20 p.

Introduction brève et très générale sur le processus industriel, notamment la production de "biens" en général et ce, par l'entremise d'un plan de cours de niveau secondaire exploratoire.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: CUTTING TO KNOW MATERIALS
WILSON, Ila. ; Minnesota, Mar 75, 31 p.

Introduction brève et très générale , par l'entremise d'un plan de cours, sur le processus industriel tel qu'il incombait être présenté à des étudiants du secondaire "exploratoire technique".

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: AN ANALYSIS OF WELDING OCCUPATION
PEARY, Alex L. ; REYNOLDS, George F. ,
Washington, Nov 75 ,81 p.

Description des différentes tâches qu'a à accomplir un soudeur dans une industrie. Le document indique les habiletés requises pour ce type de travail et informe sur les points suivants: outils utilisés, équipement employé ainsi que le matériel à utiliser.
On trouve notions de sécurité au travail non données.
Pour terminer, on explique les différents procédés de soudage ainsi que le vocabulaire correspondant.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: A COMPREHENSIVE,INFORMATIONAL,INSTRUCTIONAL GUIDE FOR THE IMPLEMENTATION OF MANUFACTURING IN THE PUBLIC SCHOOL.
State University of New York, New York, Oct 75, 109 p.

Manuel facilitant l'intégration de l'étudiant au milieu industriel. On aborde les sujets suivants: les aspects et l'histoire des industries, la fonction de l'industrie, la gestion et l'organisation d'une industrie, la production d'outillage,la recherche et le développement, l'administration du personnel, et le marketing. Les informations sont présentées sous le cadre d'un plan de cours.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: AN ANALYSIS OF THE AUTO BODY REPAIR OCCUPATION
STRAREE, Edward J. , SPECK, Samuel H.
Ohio, Nov 75, 210 p.

Description des différentes tâches qu'a à accomplir un débosseur de carrosserie d'automobile. On y indique le niveau de responsabilité ainsi que les habiletés essentielles à ce type de travail.
Le document donne des informations sur les outils et l'équipement nécessaire à la réussite de son travail. Il informe aussi sur les sujets suivants: système de refroidissement, démontage des carrosseries, suspension et direction, entretient du système électrique, ajustement des portières,

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: AN ANALYSIS OF THE INDUSTRIAL MECHANICS OCCUPATION
HALL, Eugene J. , TURNER, Raymond S.
Ohio, Nov 75 , 150 p.

Description des différentes tâches qu'a à accomplir un mécanicien industriel. On y indique le niveau de responsabilité ainsi que la fréquence de certains procédures d'entretient de la machinerie. Le document donne aussi des information sur les habiletés requises, les outils et l'équipement nécessaire au travail de l'ouvrier. On aborde la question de la sécurité au travail.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: AN ANALYSIS OF TYPE DIESEL TRUCK MECHANIC OCCUPATION
KING, Joseph L. ; Washington, Nov 75, 189 p.

Le document informe sur les différentes tâches qu'a à exécuter un travailleur dans le domaine de la réparation de moteurs diesels. Une liste d'outil , d'équipement, de matériel qu'a à employer le mécanicien est illustrée ainsi que habiletés requises pour chacune des tâches décrites.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

AUTEUR: ENGINEERING AND INDUSTRIAL FIELDS
BAKER, William E. , et autres. Washington, Apr 75, 117 p.

Analyse des tâches inhérentes aux occupations suivantes:
.... . travail du métal en feuille, réparation de moteurs à combustion, dessin, travail industriel du métal en feuille, gestion d'une station service.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED199361 WELDING TASK ANALYSIS
BACON, Charles Frederick . Dec 75, 149 p.

Le document présente une enquête faite auprès de 50 grandes compagnies américaines sur la description des tâches qu'a à exécuter un soudeur professionnel. Cette analyse est présentée sous cinq sections qui sont: informations générales,
formation académique de base,
connaissances spécialisées minimales,
habiletés manuelles nécessaires,
habiletés intellectuelles requises.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED131339 THE IMPACT OF NUMERICAL CONTROL TECHNOLOGY AND COMPUTER AIDED MANUFACTURING ON CURRICULUM DEVELOPMENT IN INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
BAUGN, Klaus Dieter. , Texas, Apr 77, 317 p.

Plan de cours sur l'implantation des équipements numériquement contrôlés et de l'informatique comme aide à la production. On aborde les concepts généraux de la contrôle numérique, les manuels de programmation, les aspects économiques et gestionnel d'une telle implantation, et les influences sur l'avancement de la technologie.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED133460 MATERIALS TECHNOLOGY, 200 YEARS AND THE FUTURE
YAXON, James N. , STEER, Ralph V. , Iowa , Jun 77, 21 p.

On traite de l'importance de la technologie, des effets de la crise de l'énergie, et de l'interrelation entre nos besoins élevés en matériels et les implications dans le domaine de l'éducation. On présente un bref hystorique sur les besoins en matériels pour l'homme et on nous donne un vue globale de ce qu'ils seront dans le futur.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED[illegible] AMERICAN INDUSTRIES, PERFORMANCE OBJECTIVES
GOLDBURY, Paul, et autres, Nov 77, 190p. U.S.A.

Plan de cours sur les industries américaines incluant les objectifs du cours ainsi que les instruments d'évaluation correspondants. On traite aussi des procédés de fabrication (d'une façon générale).

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED 147660 INSIGHTS INTO INDUSTRY AND TECHNOLOGY
North Dakota state board for vocational education
North Dakota, May 78 , 101 p.

Plan de cour applicable au niveau secondaire et traitant sur les structures d'une entreprise industrielle. C'est un survol de tous les gros départements essentiels au bon fonctionnement de l'industrie comme : personnel, production, management, distribution, matériel, energie . On informe l'étudiant sur les relations entre les rôles de ces départements. Le document traite globalement des sujets suivants: éléments de production, procédé d'une industrie, ressources, organisation, production de masse, marketing, impact environnemental.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED147662 MANUFACTURING TECHNOLOGY
North Dakota State board for vocational education
North Dakota, May 78,

Plan de cours sur les structures d'une industrie et sur les procédés de fabrication. Informe sur la situation du bureau d'études, bureau des méthodes et l'atelier de production.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED152964 THE ARTICULATION OS SECONDARY AND POST-SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION PROGRAMS. WORKSHOP PRODUCTS
KEENE STATE COLL. N.H., New Hampshire, Sep 78, 281 p.

Série de six plans de cours touchant les sujets suivants: soins à donner aux enfants, art culinaire, électronique, soins de santé, mécanique de puissance, soudage industriel. On y fait aussi l'analyse des tâches qu'auront à exécuter ces travailleurs.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED162057 DESCRIPTIVE REPORT ON NUMERICALLY CONTROLLED EQUIPMENT
CAMPBELL, Clifton P. , Saudi Arabia, Apr 79, 65 p.

Introduction générale à la notion d'équipement controllé numériquement. Description des différentes machines et accessoires disponibles.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED163191 STATE-OF-THE-ART TOOL AND DIE MAKER PROJECT
ADELMAN, Frank W., WALKER, Lurlene.
Pennsylvania , May 79, 88 p.

Comment réaliser un projet de poinçons et matrice. Ce document informe sur les outils essentiels à la réalisation du projet, sur la machinerie et l'équipement nécessaire et sur les étapes à respecter pour réaliser le projet en marche.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED169269 MANUFACTURING, GRADE 5, ONE IME A SERIES OF CAMBRIAN DEVELOPMENT CURRICULUM UNITS FOR THE ELEMENTARY CLASSROOM.
KHAN, Shirley , et autres , Michigan, Sep 79, 85p.

Introduction brève et très générale sur le processus industriel applicable au niveau "fin primaire".
Document très bien fait avec des illustrations claires et simples donnant un apperçu sur le processus industriel.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED172117 MATERIALS AND PROCESSES TECHNOLOGY
RITZ, John M. et autres. Virginia, Feb 81, 193 p.

Plan de cours genre "introduction à la technologie". Le plus intéressant se retrouve à la page 51 à la section intitulée "Materials Processing". On touche les sujets suivants: conception d'un système et d'un produit, production de masse et commandation, dessin et mesure, inspection et contrôle de la qualité, procédé d'usinage du matériel. C'est une vue d'ensemble du processus industriel tel qu'appliqué en amérique du nord.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED185337 INDUSTRIAL ARTS EDUCATION COMPETENCY CATALOGS FOR EXPLORING TECHNOLOGY, MODERN INDUSTRY, CONSTRUCTION MANUFACTURING.
RITZ, John M. , et autres. Virginia, Sep 80, 175 p.

Plan de cours pour le niveau exploration technique et touchant les sujets suivants: technologie, industrie modernes, construction, fabrication.
On retrouve pour chacun de ces sujets, les objectifs principaux et secondaires, une liste de tâche ainsi que les aptitudes et habiletés nécessaires à ces fonctions, une série de critère de mesure des performances des étudiants.

ED190236 FOCUSING INDUSTRIAL ARTS ON CAREER EDUCATION.
A handbook for industrial arts teacher and students
DIPAUL, H. Bert. Pennsylvania, jul 81, 140 p.

Manuel destiné à des cours d'exploration technique . Il informe sur les différentes tâches qu'aura à exécuter un travailleur dans les domaines de l'imprimerie, du dessin, du travail du métal, du contrôle de la qualité et de la menuiserie. Il informe sur les aptitudes que doivent avoir les travailleurs pour occuper ces postes. Enfin, on retrouve des suggestions pour la recherche d'un emploi dans ces domaines.

E.R.I.C. U.Q.T.R. (microthèque)

ED197057 TASK ANALYSIS INVENTORIES, Series II
WESSON, Carl E. ,District of Columbia, Jun 81, 18 p.

Ce manuel contient une liste de 22 occupations ainsi qu'un inventaire des différentes tâches reliées à ces occupations. Pour chacune des occupations, on y retrouve des informations sur les responsabilités, la machinerie, les outils, l'équipement qu'aura à utiliser les travailleurs à ces postes.
Ces 22 occupations sont réparties dans les domaines suivants: aéronotique, construction, chimique, électrique, électronique, plastique, alimentation, histoire, sociologie, pétrole, textile et menuiserie.

COLL. GEN. TJ 230 C 54 UQTR

CHEVALIER, A. Dessin de construction, v.1. De l'analyse à la définition. Librairie Hachette, 1972.

Le livre peut se diviser en 3 parties: 1°- la normalisation du dessin quant à l'utilisation et la realisation de l'image proprement dite - 2°- proposition d'une méthode rigoureuse et simple d'analyse d'un materiel - 3°- indication des éléments géometriques et physico-chimiques qui définissent un composant mecanique.

COLL. Michel Gautier (UQTR)

CHIROUZE, J.P. Technologie, en classe de 3°. Armand Colin.

Ce sont des études de différents objets techniques accompagnées de fiches de recherche présentant une méthode didactique (expérementation et découverte).

COLL. GEN. TJ 147 C 426 m E.T.S.

CHABAL, J. Méthodologie de la construction mécanique. Paris, Foucher, 1973, 124 pages.

Pas directement relié à l'analyse de fabrication. Propos sur les milieux technique, social et scolaire. Méthode d'étude ou d'élaboration d'un projet et/ou d'un objet technique. Isostatisme. Schématisation. Notions de circuit. Conception, systèmes de solution. Considérations pédagogiques. Exemples d'application.

CEGEP 3-RIV. : 621.8 M 592

COLL. GEN. TJ 158 C 43 UQTR

CHABAL, J. Enseignement de la construction mécanique. Dessin et technologie, niveau I. Fasc. A et B Paris, Edit. Foucher, 1974

Ne concerne pas directement l'analyse de fabrication, des dessins peuvent être utilisés comme sujet d'étude.

COLL. GEN. TJ 230 K 55 UQTR

KLIPPEL, R. - VOLPE, B. Construction mecanique. Sujets corrigés et commentés. Paris, Hachette, 1979, 160 pp.

Le livre est un recueil de sujets d'examen corrigés et commentés qui propose 20 epreuves de construction mecanique (dessin technique). Les épreuves peuvent touchées à: l'etude technologique d'un mecanisme, la conception d'un mécanisme, le dessin d'une pièce, etc. Le livre est présenté de façon très didactique et pédagogique.

COLL. GEN. TJ 145 L 45 UQTR

LENGRAND, Georges. Construction mécanique. Eléments de technologie. Paris, Edit. Foucher, 1969-71, 4 Tomes.

Les 4 tomes sont éfrement utiles pour un futur professeur en mécanique. Ne traitent pas d'analyse de fabrication.

COLL. Michel Gautier (UQTR) 1 de 2

MARCHAND, Yvan. Education technologique. Initiation à la technologie au secondaire. Dossiers I à VI. Beco Editeur, Montréal, 1973. Les Editions FRANCE-QUEBEC, 3582 Chambly, Montréal 401, Tel.: 526-3719.

Ce sont 6 dossiers pour le maître présentant différents thèmes avec les déroulements didactiques.

DI. Initiation à l'analyse technologique.
DII. La schématisation en Education Technologique (Langage Graphique).

COLL. Michel Gautier (UQTR) 2 de 2

MARCHAND, Yvan.

DIII. Les Fonctions Mécaniques Elémentaires (F.M.E.).
DIV. Le Mouvement (Mv) (Translation-Rotation).
DV. Système Vis-Ecrou.
DVI. Système de fermeture, de verrouillage et de déverrouillage d'une porte.

(Excellents documents pour ceux qui s'intéressent au développement ou à l'évolution du dessin technique).

MERIL, J.C. - MONNET, P. Technologie, en classe de 4°. Les Editions Foucher, Paris, 1977, 266 pp.

Les instruments de dessin. La perspective cavalière. L'ecriture normalisee. Notions de fonctions techniques. Plusieurs élaborations de petits projets. Exemples de gammes d'usinage simples (aérateur). Très bonne reflexion philosophique de l'enseignement technique. (Ce livre peut-être utiliser comme base au niveau secondaire).

VOLPE, B. Etude de construction. Editions Fernand Nathan, Paris, 1977, 269 pages.

Pas directement relié à l'analyse de fabrication. Bons exemples de cotation du brut (méthode de cotation opérationnelle). Cotation fonctionnelle. Exemples d'isostatisme.

COLL. GEN. TJ 1165 P39 UQTR

PAZOT, R. Montages d'usinage, éléments d'étude. Paris, Desforges, 1975, 144 pages.

Le B-E d'outillages. Intervenants dans les montages d'usinage. Méthode d'étude d'un montage. Localisation et fixation de la pièce, facteurs technologiques (isostatisme, moyens de localisation, risques d'erreurs, ...). Exemples de montage de perçage, d'alésage, de fraisage, de tournage.

COLL. GEN. TJ 1185 B 782 m E.T..

POLIZZI, B. Montages d'usinage. Paris, Dunod, 1971, 131 pages.

Isostatisme. Maintien en position. Serrage mécanique. Commandes de serrage. Les bâtis supports. Exemples simples. Pas directement relié à l'analyse de fabrication.

COLL. GEN. TJ 145 B 43 UQTR

TOURANCHEAU, A.L. Eléments de construction. A l'usage de l'ingénieur. Paris, Dunod.

C'est une collection de 10 volumes. Volumes disponibles à l'U.Q.T.R. :

Vol. 3 : arbres, paliers, accouplements et embrayages.
Vol. 4 : courroies, engrenages, frictions, boîtes de vitesses et variateurs.
Vol. 6 : organes pour fluides.
Vol. 7 : constructions métalliques en bois, en béton armé.

COLL. GEN. T 353 V 652 i E.T.S.

VIDEAU, P. Initiation à la construction mécanique. Masson et Cie, éditeurs, Paris 120 boul. St-Germain, 1968, 143 pages plus dessins.

Ne traite pas directement d'analyse de fabrication. Pleins de dessins simples qui peuvent faire sujet de petits projets. Bons exemples de système de cotation. (voir document extraits de Videau)

COLL. GEN. 621.8 P454 t CEGEP 3-RIV.

PERRAUD, E. Travaux pratiques de construction mécanique. Paris, Librairie Armand Colin, 1970, 2 vol. (Questionnaire et documents).

Très pédagogique. Exemples d'application technologique de bons niveaux et bien détaillés.
Le volume (Documents) présente les dessins d'une cinquantaine de petits projets qui ont été réalisés par des étudiants-techniciens et ingénieurs. Le volume (Questionnaire) est préparé de façon pédagogique pour chaque étude.

COLL. Départ. Sc. de l'Éd., S.E.P. UQTR

RICORDEAU, A. Dossier de technologie de construction. 75005 Paris 25 rue Monge, Editions André Casteilla, 127 pages.

Le livre comprend une multitude d'éléments technologiques commentés et présentés de façon très didactique. Les principaux sujets sont: Les ajustements, les liaisons, les transmissions et transformations de mouvement, les changements de vitesse, le matériel pneumatique et hydraulique, l'usinage sans copeaux et le travail des métaux en feuilles (presse).

PAZOT, René. Montages pour l'usinage en grandes séries. Paris, Les Editions de l'Usine Nouvelle, 1980, 213 pages.

Différents montages assez complexes. Exemples de montage de perçage, d'alésage, de fraisage, de tournage, de rectification, de brochage, de taillage. Exemples de montage de contrôle d'usinage. Montages automatisés et spéciaux.

COLL. Michel Gautier (UQTR)

POIGNON, P. Le schéma technique au lycée. Edition de la technique moderne Pierron, 57206 Sarreguemines, Référence EL 177, 26 pages.

On y retrouve la situation d'un objet technique (schéma), des définitions de termes, la présentation d'utilisation de différents graphes, les règles de la schématisation, une présentation très définie (visuelle) des différents schémas, les symboles pour les schémas ainsi que plusieurs exercices. (Excellent document).

COLL. GEN. 621.7308 T 255 v.19 CEGEP 3-RIV.

CHEVALIER, A. Montages d'usinage, fasc. 19. Paris, Delagrave, 1972, 78 pages.

COLL. Michel Gautier (UQTR)

POIGNON, P. Analyse et schéma technique en 4e et 3e. Edition de la technique moderne Pierron, 57206 Sarreguemines, Référence EL 175, 21 pages.

On y retrouve différentes études d'objets techniques, des définitions de termes (organe, système, etc.), les règles de la schématisation (schéma de détail, d'ensemble, ...), des méthodes de graphe (analytique, logique, structual), le classement des surfaces fonctionnelles, les symboles pour les schémas ainsi que leurs règles d'emploi et plusieurs exercices. (Excellent document)

INTRODUCTION

Le présent guide pédagogique, conçu pour les professeurs de mécanique de fabrication vise à réunir en un seul document des réponses aux nombreuses interrogations qui se posent lors des travaux d'analyse de fabrication. Ce recueil d'études présente un caractère d'unité, mais n'a pas la prétention d'imposer un modèle de caractère figé, ce serait contraire à l'esprit même d'un document pédagogique.

Le modèle d'analyse proposé a pour objet de guider la planification des enseignements et faciliter l'organisation de travaux qui s'insèrent dans une procédure analytique.

Trois considérations majeures ont inspiré l'élaboration du modèle, elles sont conformes aux besoins de formation perçus dans le milieu et visent à montrer comment le modèle peut s'adapter aux conditions scolaires de l'enseignement des techniques d'analyse.

1. Les activités d'apprentissage de l'étudiant ne peuvent plus être conditionnées par les exigences immédiates d'un emploi, le futur spécialiste doit connaître les conceptions plus générales de la fabrication mécanique. En plus de pouvoir résoudre les problèmes immédiats que posent les travaux d'atelier, l'étudiant doit acquérir une formation qui stimule l'autoapprentissage visant à favoriser sa mobilité. De même, afin de parvenir à une culture véritable, l'enseignement technique doit non seulement développer le sens de l'observation, la finesse du geste professionnel, mais aussi donner un caractère global à l'étude de l'objet technique ou du mécanisme à étudier.

2. Pour faciliter la compréhension des quelques notions abstraites qui seront dégagées lors de l'application du modèle, il est nécessaire de partir de l'expérience accessible aux étudiants afin de donner toute leur signification aux méthodes d'analyse suggérées.

   Exemple: Proposer l'étude d'un objet technique relativement simple et à la portée des étudiants.

3. La nécessité de commencer par l'observation et l'analyse avant de passer à l'expérimentation pour vérification. Cette démarche doit être autant que possibl libremement menée par les étudiants avec l'aide du professeur - c'est l'occasion de donner aux étudiants un entraînement à l'observation méthodique, à l'analyse et aux modes d'expression qui en découlent. Le professeur en ayant recours à des faits observables dans le milieu local, s'efforce d'amener les étudiants à prendre goût à ce genre d'activité en leur faisant comprendre, chaque fois que la chose est possible, l'importance d'une démarche analytique en mécanique de fabrication.

LEXIQUE

TERME	ETAPE	DEFINITION
Analyse de fabrication	1	Une analyse de fabrication a pour objet d'établir une suite logique des différentes étapes de réalisation d'une pièce. Elle doit compte tenu des moyens disponibles: - respecter les exigences imposées par le dessin de définition - rendre les coûts de fabrication minimaux
Analyse de phase	8	L'analyse de phase est le contrat de phase complété par les temps de fabrication.
Association d'opérations élémentaires	3	On associe des opérations élémentaires lorsqu'elles peuvent être réalisées avec le même outil ou le même ensemble d'outils.
Bureau des méthodes (B.M.)	1	Le bureau des méthodes est un service qui prépare le travail et recherche la meilleure solution possible au problème de fabrication. L'analyse de fabrication et l'organisation scientifique du travail sont les préoccupations principales de ce service.
Contrainte "B.E."	3	La contrainte "B.E." est une exigence commandée par le respect des dimensions, des formes, des positions, des orientations et des rugosités prescrites par le dessin de définition.
Contrainte économique	3	Une contrainte économique est une exigence liée à la réduction des coûts de la fabrication.
Contrainte de fabrication	3	Une contrainte de fabrication est une exigence imposée par les moyens de fabrication, par les propriétés métallurgiques de la pièce et par les traitements spéciaux imposés par le dessin de définition.
Contrat de phase	7	Le contrat de phase est un document établi par le bureau des méthodes et destiné à l'atelier. C'est en fait la gamme de fabrication découpée en phase comprenant les éléments de passe et de coupe.
Cote-appareillage	5	C'est une cote qui est obtenue par des accessoires, la valeur de cette cote dépend donc de l'appareillage utilisé (montage de perçage, gabarit de copiage, etc.)
Cote de liaison au brut	5	C'est une cote qui caractérise une liaison entre une surface brute et une surface usinée ou à usiner.

TERME	ETAPE	DEFINITION
Cote-machine (cm)	5	Une cote-machine est une cote obtenue entre une surface de mise en position (définie par les appuis) et le plan de travail (ou trajectoire) de l'outil.
Cote-outil	5	Une cote-outil est une distance obtenue: - directement par la dimension de la partie active de l'outil (forêt, outil à tronçonner, etc.) - par l'association de deux ou plusieurs outils sur un même porte-outil.
Croquis de phase	5	Pour chaque phase, un croquis de phase représentant la pièce dans sa position d'usinage est dessiné, il comporte: - les symboles de mise en position - la cotation de fabrication (cm, ca, co) propre à la phase concernée - l'identification des surfaces réalisées et d'appui - la cotation de contrôle s'il s'agit d'une phase ou d'une sous-phase de contrôle.
Croquis non coté de la pièce brute	1	Le croquis non coté de la pièce brute est établi par le bureau des méthodes "fonderie", "forge", ..., à la demande du préparateur d'usinage. Il permet de situer sur la pièce brute les dépouilles, les perturbations locales de surfaces et de tenir compte de ces renseignements pour le choix des prises de pièces sur les surfaces brutes.
Croquis repéré	2	C'est le croquis de la pièce à réaliser sur lequel les surfaces usinées et les surfaces brutes sont identifiées par un repère.
Degré de liberté	5	Possibilité d'une pièce à se déplacer suivant un seul mouvement (translation ou rotation). Pour réaliser l'équilibre d'un corps, il faut que les six degrés de liberté soient supprimés.
Demi-finition	2	C'est une opération qui permet d'approcher, lorsque nécessaire, les spécifications dimensionnelles et (ou) géométriques précises. Une profondeur de passe suffisante et régulière doit être réservée pour la finition.
Dessin d'ensemble	1	Le dessin d'ensemble permet de comprendre le rôle joué par la pièce dans l'ensemble du mécanisme et la finalité des différentes surfaces fonctionnelles.

TERME	ETAPE	DEFINITION
Dessin de définition fonctionnel (D.D.F.)	1	Le dessin de définition fonctionnel est le dessin d'une pièce à fabriquer, fourni par le "B.E.", qui traduit complètement et sans ambiguité les exigences fonctionnelles auxquelles doit satisfaire la pièce dans son état de finition.
Dessin de définition de produit fini (D.D.P.F.)	1	Le D.D.P.F. est un document synthèse qui réunit des données fonctionnelles (celles issues du D.D.F.) et des données utiles à la fabrication.
Dossier-machine	1	Un dossier-machine est un document qui donne les caractéristiques techniques d'une machine.
Ebauche	2	L'ébauche est une opération qui permet d'enlever la plus grande partie de la surépaisseur de matière pour éliminer les défauts du brut initial: inclusions de sable, couche durcie... et le plus possible les défauts de forme et de position.
Fabrication unitaire	1	C'est la réalisation d'une ou de quelques pièces (1 à 5), de prototypes ou d'outillages spéciaux.
Fabrication en petite et moyenne série	1	C'est la réalisation de pièces en nombre limité sur une période limitée (de 5 à 500).
Fabrication en grande série	1	C'est la réalisation de pièces en quantité définie et suivant des conditions stabilisées (500 pièces et plus, par mois).
Finition	2	La finition est une opération qui fait apparaître la surface usinée définitive et qui doit garantir les exigences du dessin de définition, sauf si celles-ci ne peuvent être obtenues que par des moyens très spéciaux (ex: rodage, rasage,...).
Gamme de fabrication	5	Elle fait suite au projet de gamme, elle comporte en plus, au niveau des croquis de phase, le positionnement isostatique de la pièce et les cotes de fabrication.
Isostatisme	5	L'isostatisme est une théorie qui définit la position relative de deux pièces immobiles l'une par rapport à l'autre, selon des conditions exigées par la géométrie. En usinage, ces deux pièces sont la pièce à usiner et le porte-pièce.
Mise en position	5	Un solide sera mis en position par rapport à un référentiel quand ses 6 degrés de liberté seront éliminés par l'intermédiaire de contacts.

TERME	ETAPE	DEFINITION
Mise en position isostatique	5	Un solide sera en position isostatique si: - le nombre de contacts est égal au nombre de degré de liberté à éliminer - chacun des contacts contribue à éliminer un degré de liberté
Moyens matériels	1	Les moyens matériels sont les moyens de production (machines, outillages,...) dont on dispose pour fabriquer une pièce.
Normale de repérage	5	Contact ponctuel théorique schématisé par un vecteur normal à la surface considérée, ce vecteur est appelé normale de repérage.
Opération élémentaire	2	L'opération élémentaire est la réalisation d'une ou de plusieurs surfaces élémentaires effectuées sur un même poste de travail, avec un même outil ou ensemble d'outils, sans démontage de la pièce ni de l'outil.
Parc-machine	1	Un parc-machine est l'ensemble et la disposition des machines qui constituent un atelier d'usinage.
Préparateur (gammiste)		Technicien chargé de la préparation du travail, des gammes de fabrication,... On dit aussi gammiste.
Programme de fabrication	1	Le programme de fabrication est un contrat que l'on doit respecter et il définit toutes les exigences économiques à rencontrer.
Projet de gamme	5	Le projet de gamme met en évidence la chronologie des différents usinages réalisés sur la pièce, mentionne la ou les machines choisies, les outillages et les moyens de contrôle, il comprend en outre des croquis de phase.
Référentiel	1,5	C'est un système géométrique établissant le repérage des trois dimensions d'une pièce selon un système de trois axes, appelé aussi trièdre OXYZ.
Reprise	3	Une reprise est un changement de prise de pièce ou un remontage d'une pièce sur un support en vue d'un usinage. Ex.: après usinage d'un alésage (qui devient une surface de référence), reprise de la pièce sur un mandrin lisse.
Simulation d'usinage	6	La simulation d'usinage est un moyen qui permet de vérifier la gamme de fabrication.

TERME	ETAPE	DEFINITION
Simulation d'usinage des opérations élémentaires	3	La simulation des opérations élémentaires est un moyen de représenter les opérations élémentaires et de déterminer les cotes nécessaires à la fabrication.
Super-finition	2	La super-finition, est une opération qui permet d'obtenir des qualités dimensionnelles inférieures à 7 et des états de fini de surface $\leq 0,2\ \mu m$. Permet aussi d'usiner des matières très dures.
Surfaces de départ	5	Ce sont des surfaces brutes qui servent de référentiel lors de la première phase d'usinage.
Surface élémentaire	2	La surface élémentaire est une surface qui sera usinée et il est nécessaire de la repérer pour faciliter sa désignation pendant l'étude.
Transfert de cotes	5	Le transfert de cotes est un moyen de calcul permettant la détermination des cotes utiles à la fabrication à partir des cotes "B.E.".

TABLEAU SYNOPTIQUE
DIFFÉRENTES ÉTAPES

		pièce.			
5D	Rédaction de la gamme de fabrication.	Produire la gamme de fabrication.	Transposer dans un tableau les différents éléments identifiés aux étapes 5A, 5B et 5C.	Gamme de fabrication.	
6	Simulation.	Vérifier la validité de la gamme de fabrication.		Tableau de simulation.	
7	Contrat de phase.	Découper la gamme de fabrication et y incorporer les éléments indispensables pour produire un document destiné à l'atelier.	Etablissement: - des éléments de coupe, - des éléments de passe, - des outillages de contrôle.	Tableaux de "contrat de phase".	Définition: . Eléments de coupe, . Eléments de passe.
8	Analyse de phase.	Définir avec précision les moyens techniques et économiques à mettre en oeuvre (compléter le contrat de phase).	Détermination: - temps d'exécution, - temps de préparation.	Feuilles opérationnelles.	Planning.
9	Dessin du brut.	Produire un document spécifiant les caractéristiques du brut à produire.	Détermination: - choix du procédé d'obtention, - qualité: . rugosité, . dispersion dimensionnelle, . dispersion de position, . dépouilles.	Dessin destiné au service de fabrication de brut.	Définition: . dispersion dimensionnelle, . dispersion de position, . dépouille.

TABLEAU SYNOPTIQUE
DIFFÉRENTES ÉTAPES
DE RÉALISATION D'UNE ANALYSE DE FABRICATION MÉCANIQUE

ETAPES	APPELLATION	OBJECTIF GENERAL (L'étudiant sera capable de...)	OBJETIFS SPECIFIQUES	DOCUMENTS PRODUITS	PRÉALABLES
Préliminaire	Etude du dessin d'ensemble et de la nomenclature du mécanisme.	Décrire le fonctionnement du mécanisme.	1°) Décrire la situation du mécanisme (Frontière, milieux associés, F.G.); 2°) Identifier les éléments de l'ensemble et en définir le rôle; 3°) Décrire la cinématique de l'ensemble; 4°) Etudier les solutions technologiques.	1°) Schéma de situation; 2°) Bilan "Entrées-Sorties"; 3°) Schéma cinématique de l'ensemble; 4°) Croquis de la pièce à fabriquer.	1°) Sciences graphiques; 2°) Technologie et dessin de construction mécanique.
1	Compilation des données de base.	Préparer le dossier des données de base.	1°) Préparer le dossier de la pièce à fabriquer; 2°) Compléter, si nécessaire, le dossier des moyens disponibles; 3°) Compléter, si nécessaire, le dossier des "standards B.M.".	Dossier de la pièce à fabriquer.	Etudes relatives à la constitution des dossiers des moyens disponibles des "standards B.M.".
2	Analyse du dessin de définition fonctionnel	Identifier les opérations élémentaires.	1°) Repérer les surfaces; 2°) Identifier les exigences B.E. - dimensionnelles; - géométriques; 3°) Déterminer les opérations élémentaires.	1°) Croquis repéré de la pièce à fabriquer; 2°) Tableau "analyse du dessin de définition" sur les exigences B.E., les usinages possibles et les opérations élémentaires.	1°) Normalisation sur: . les tolérances dimensionnelles, . les tolérances de forme, . les tolérances d'orientation, . les tolérances de position, . la rugosité, 2°) Consultation des dossiers de l'étape 1.

3	Établissement des associations et des antériorités de fabrication.	Établir les associations et les antériorités au niveau des opérations élémentaires.	1°) Identifier les associations d'opérations élémentaires; 2°) Identifier les contraintes d'antériorité a) contraintes B.E., b) contraintes de fabrication, c) contraintes économiques.	1°) Tableau des associations des opérations élémentaires; 2°) Simulation d'usinage des opérations élémentaires; 3°) Tableau des contraintes d'antériorité; 4°) Matrice des contraintes d'antériorité.	Connaissances sur: . Les possibilités des différentes machines-outils, . Les techniques d'usinage, . La technologie de fabrication.
4	Recherche des différentes phases de fabrication.	Établir l'ordre logique de réalisation des opérations.	1°) Établir une suite logique d'opérations à réaliser d'après les contraintes d'antériorité; 2°) Établir un canevas possible à partir des niveaux de réalisation; 3°) Vérifier le processus d'usinage.	1°) Tableau des niveaux de réalisation; 2°) Graphe ordonné des liaisons; 3°) Groupements en phases; 4°) Matrice organisée.	
5	Élaboration de la gamme de fabrication.				
5A	Élaboration du projet de gamme.	Composer la suite logique des phases, sous-phases et opérations intervenant dans le processus de fabrication de la pièce.	1°) Choisir les machines-outils et les outillages nécessaires; 2°) Regrouper les opérations élémentaires en phases, sous-phases et opérations.	Projet de gamme.	Consultation des dossiers de l'étape 1.
5B	Calcul des cotes de fabrication.	Résoudre les problèmes de cotation.	Calculer: - Cm, Co, Ca, - Transferts, - Copeaux mini, - Surépaisseurs d'usinage, - Surépaisseurs de brut, - Cotes de contrôle du brut.	Notes de calculs	Théorie de la cotation fonctionnelle. Consultation des dossiers de l'étape 1.
5C	Positionnement isostatique	Choisir une répartition adéquate des appuis en vue du positionnement isostatique de la			

		pièce.			
5D	Rédaction de la gamme de fabrication.	Produire la gamme de fabrication.	Transposer dans un tableau les différents éléments identifiés aux étapes 5A, 5B et 5C.	Gamme de fabrication.	
6	Simulation.	Vérifier la validité de la gamme de fabrication.		Tableau de simulation.	
7	Contrat de phase.	Découper la gamme de fabrication et y incorporer les éléments indispensables pour produire un document destiné à l'atelier.	Etablissement: - des éléments de coupe, - des éléments de passe, - des outillages de contrôle.	Tableaux de "contrat de phase".	Définition: . Eléments de coupe, . Eléments de passe.
8	Analyse de phase.	Définir avec précision les moyens techniques et économiques à mettre en oeuvre (compléter le contrat de phase).	Détermination: - temps d'exécution, - temps de préparation.	Feuilles opérationnelles.	Planning.
9	Dessin du brut.	Produire un document spécifiant les caractéristiques du brut à produire.	Détermination: - choix du procédé d'obtention, - qualité: . . rugosité, . dispersion dimensionnelle, . dispersion de position, . dépouilles.	Dessin destiné au service de fabrication de brut.	Définition: . dispersion dimensionnelle, . dispersion de position, . dépouille.

ÉTAPE 1

COMPILATION DES DONNÉES DE BASE

Avant de commencer l'analyse de fabrication d'un objet technique, le bureau des méthodes doit avoir en sa possession un ensemble de documents constituant les données de base essentielles. On peut distinguer:

1- un dossier de la pièce à fabriquer comprenant:

- le dessin d'ensemble
- le dessin de définition de la pièce à fabriquer
- le croquis non coté de la pièce brute
- le programme de fabrication

2- un dossier "bureau des méthodes" sur les moyens disponibles au niveau:

- du personnel
- des moyens matériels

3- un dossier des "standards bureau des méthodes" comprenant:

- des normes et catalogues
- des tableaux de données sur les tolérances réalisables par les différents procédés d'élaboration
- des tableaux de données sur les conditions d'usinage et les temps standards.

1- DOSSIER DE LA PIECE A FABRIQUER (voir exemple d'un tel dossier au paragraphe 4 de cette étape)

1.1- Dessin d'ensemble

Permet de comprendre le rôle joué par la pièce dans l'ensemble et la finalité des différentes surfaces fonctionnelles.

1.2- Dessins de définitions de la pièce à fabriquer

Il convient tout d'abord de rappeler la distinction fondamentale existant entre le "B.E." et le "B.M.":

- le "B.E." * pense fonctionnel
- le "B.M." ** pense fabrication

Ces deux départements produisent donc des documents graphiques distinctifs:

- "B.E." ⟶ dessin de définition fonctionnel (D.D.F.)
- "B.M." ⟶ dessin de définition de produit fini (D.D.P.F.)

1.2.1- Dessin de définition fonctionnel (D.D.F.)

C'est le dessin d'une pièce (la pièce à fabriquer) fournit par le "B.E." et qui traduit complètement et sans ambiguité les exigences

* Bureau des études

** Bureau des méthodes

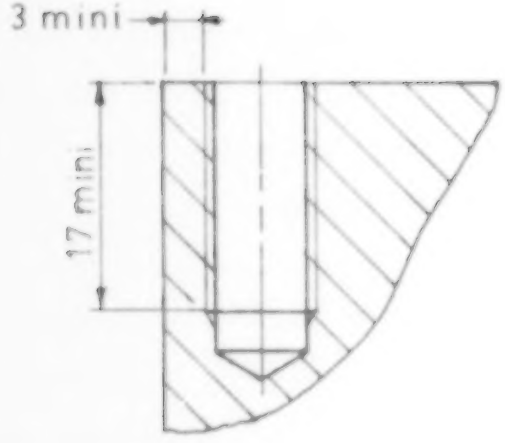
fonctionnelles auxquelles doit satisfaire le produit dans l'état de finition prescrit. Ce dessin fera foi pour le contrôle de réception.

Il comporte:

- les spécifications relatives aux caractéristiques mécaniques et métallurgiques des matériaux
- une cotation fonctionnelle précisant les états limites de matière admissible
- éventuellement, les prescriptions de correction géométriques (tolérances de forme, de position, d'orientation, d'ondulation et de rugosité).

Un D.D.F. ne doit comporter que les seules indications fonctionnelles destinées à faire foi pour la réception des pièces. Toute autre indication, fonctionnellement indifférente, même indispensable à la fabrication n'est pas portée sur le dessin et est laissée à l'initiative du "B.M.".

Exemple:



- cotes figurant sur le D.D.F. (cotes fonctionnelles)

  ⟶ 3 mini, 17 mini

- cotes ne devant pas figurer sur le D.D.F. (cotes non fonctionnelles)

  ⟶ 17 maxi, profondeur de l'avant-trou.

Ces cotes seront données par la précision courante des procédés de fabrication utilisés (tolérances économiques).

(Voir tableaux I-1 et I-2 p. I-26 et I-27).

1.2.2- Dessin de définition d produit fini (D.D.P.F.)

Le D.D.P.F. est un document synthèse qui réunit des données fonctionnelles (celles issues du D.D.F.) et des données utiles à la fabrication telles que:

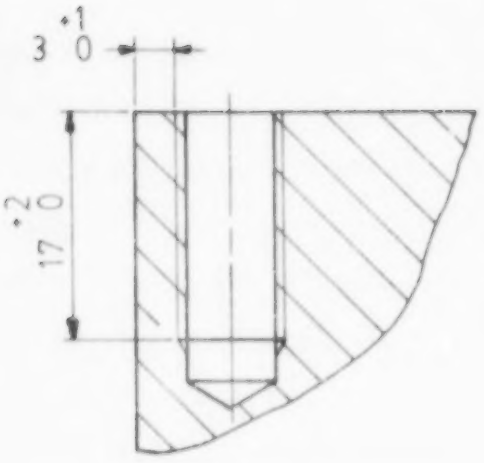
- des cotes tolérancées bilimites issues de cotes unilimites et calculées à partir des tolérances économiques
- le mode d'élaboration du brut (dépouille, épaisseurs, formes).

Nous constatons que:

- le D.D.P.F. est issu du D.D.F.
- le "B.M." trace généralement le D.D.P.F.
- quelquefois, le "B.E." trace le D.D.P.F. en accord avec le "B.M.".

Il est en effet possible qu'en accord avec le "B.M.", le "B.E." puisse faire figurer sur le dessin de définition de la pièce toutes les tolérances chiffrées indispensables pour définir complètement le produit.

Exemple:



I.3- Croquis non coté de la pièce brute

Ce croquis est fourni au préparateur par le bureau des méthodes des bruts. (Voir organigramme industriel). Il renseigne sur les différentes zones perturbées (plan de joint, dépouille, zones de coulée, position des masselottes, des bavures) et aidera au choix des surfaces d'appui.

Notons que ce croquis ne comporte aucunes indications dimensionnelles, celles-ci étant calculées et spécifiées à une étape ultérieure.

1.4- Le programme de fabrication

Le programme de fabrication est reçu au "B.M." à titre de contrat que l'on doit respecter. Il définit toutes les exigences économiques à rencontrer. Plus précisément, le programme de fabrication renseigne sur:

- le nombre de pièces à fabriquer
- la cadence de la production
- les délais à respecter
- le coût maximal à ne pas dépasser

Ces éléments permettront de choisir certains types et appareillages de fabrication.

1.5- Données complémentaires sur le travail seriel

1.5.1- Fabrication unitaire ou en très petite serie (de 1 à 5 pièces) *

Réalisation d'une ou de quelques pièces, de prototypes ou d'outillages spéciaux. La préparation du travail est très sommaire ou inexistante, voire non rentable. Les moyens utilisés (machines, appareillages) sont standards.

1.5.2- Fabrication en petite et moyenne série (de 5 à 500 pièces) *

Ce type de fabrication requiert une préparation plus soignée. Cependant, il importe d'utiliser des machines et outillages classiques pour diminuer les prix de revient.

1.5.3- Fabrication en grande série (500 pièces et plus)*

Ce type de fabrication exige une préparation du travail très élaborée. Le préparateur devra alors utiliser des appareillages, des machines et des outillages très spéciaux, adaptés à la cadence et aux délais à respecter. La spécialisation des moyens techniques dans les cas de grandes séries est presque illimitée.

On distingue deux types de fabrication en grande série:

- fabrication en grande série continue
- fabrication en grande série par lots ou rafales.

* Ces valeurs sont indicatives et peuvent changer dépendamment des produits fabriqués (pointes de stylos ou bâti de machines) et du calibre de l'entreprise.

1.5.4- Grande série continue

Fabrication de masse, séries illimitées ou travail en chaîne. A la phase préparatoire, il faut décomposer le travail en opérations simples, parfois élémentaires et les chiffrer. Une étude des temps est nécessaire pour obtenir des phases de durées relativement égales.

Pour ce faire, il faudra:

- aménager plusieurs postes de travail pour la phase la plus longue
- créer des combinaisons d'outils de coupe
- concevoir des machines multi-broches ou des groupements de machines
- faire commander deux ou plusieurs machines par le même opérateur.

1.5.5- Grande série par lots ou rafales

Production lancée périodiquement. L'importance quantitative des lots est fonction des ventes ou d'une étude économique et financière. La périodicité est la conséquence directe du fractionnement du travail dans l'entreprise et des ventes.

2- DOSSIER "BUREAU DES METHODES" SUR LES MOYENS DISPONIBLES

Le préparateur doit avoir accès à une grande quantité d'informations pour réaliser son travail. On peut distinguer deux catégories de renseignements:

- ceux relatifs au personnel disponible
- ceux relatifs aux moyens matériels.

2.1- Le personnel

Un dossier du personnel doit informer le préparateur sur:

- le type de main-d'oeuvre disponible
- le nombre de personnes
- la qualification de la main-d'oeuvre.

Ces renseignements seront surtout importants dans les cas de fabrication spéciale où une main-d'oeuvre spécialement formée est requise.

2.2- Les moyens matériels

Une préparation rationnelle des fabrications exige du préparateur qu'il connaisse bien les possibilités des moyens de production dont il dispose. Généralement, il devrait posséder deux types de renseignements:

- un dossier parc-machines
- un dossier-machines ou fichier-machines.

2.2.1- Parc-machines

Un dossier parc-machines doit se limiter à:

- classer et dénombrer les machines-outils en les regroupant par famille de machines; le préparateur doit connaître les caractéristiques générales des familles
- montrer un plan d'ensemble de la disposition des machines à l'atelier de production de sorte que le préparateur puisse planifier les déplacements des pièces lors de la production; ce plan d'ensemble permet aussi de connaître l'espace disponible pour chaque machine-outils.

Remarque: Le préparateur devra en outre connaître la disponibilité des différentes familles de machines (certaines peuvent être momentanément occupées par d'autres programmes de fabrication).

2.2.2- Dossier-machines (fichier-machines)

C'est un document plus spécifique établi au moment de la réception d'une machine et qui renseigne sur:

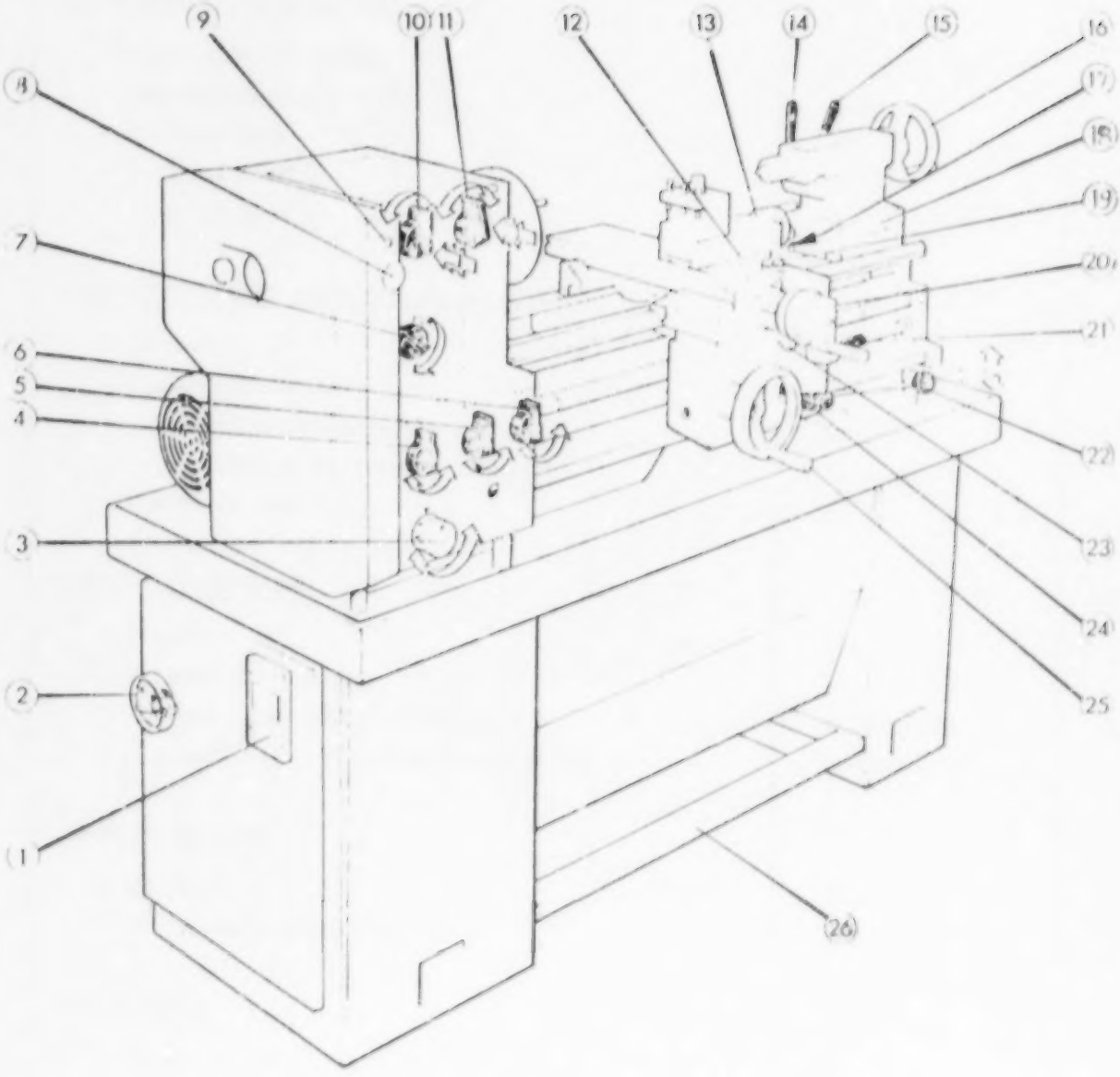
- les caractéristiques techniques: puissance, vitesse, encombrement, déplacements, poids, etc.
- les possibilités de fabrication ou les dispersions: dispersion de fabrication, dispersion thermique, dispersion dimensionnelle.

A titre d'exemple, nous incluons un fichier-machines.

(Voir le fichier-machines p. 1-14).

Machine: Tour Harrison M300

Acquisition: 78-09-04



1- Commutateur de purge d'huile de coupe
2- Interrupteur principal
3- Tableau de sélection des avances
4-5-6- Leviers sélecteurs des avances
7- Levier sélecteur de direction de l'avance
8- Bouton d'arrêt d'urgence
9- Lampe témoin de marche
10-11- Leviers sélecteurs des vitesses de la broche
12- Ecrous de blocage du chariot pivotant
13- Poignée de commande du chariot pivotant
14- Levier de blocage du fourreau
15- Levier de blocage de la contre-poupée
16- Poignée de commande du fourreau
17- Ecrou de blocage du chariot transversal
18- Vis d'ajustement de contre-poupée
19- Ecrou de blocage du chariot trainard
20- Poignée de commande du chariot transversal
21- Levier de commande des demi-écrous
22- Interrupteur Marche-Arrêt
23- Levier sélecteur de l'axe des avances
24- Levier d'engagement des avances
25- Poignée de commande de chariot trainard
26- Pédale de freinage de la broche

CARACTERISTIQUES

ENTRAINEMENT DE LA BROCHE		
- Nombre de vitesses:		12
- Rapport de progression:		1,46
- Vitesse Mini	T/mn	40
- Vitesse Maxi	T/mn	2500
- Cone morse N°		5
CHARIOT TRAINARD (Coulisse longitudinale)		
- Course:	mm	630
- Vitesse d'avance		
. métrique mini-max/mm-rev.		0,03-1
. impériale mini-max/pouce-rev.		0,001-0,040
- Nombre de positions		16
CHARIOT TRANSVERSAL		
- Course	mm	190
- Vitesse d'avance		
. métrique: mini-max/mm-rev.		0,015-0,50
. impériale: mini-max/pouce-rev.		0,0005-0,020
CHARIOT PIVOTANT		
- Course	mm	92
- Déplacement angulaire		360
PORTE OUTIL		
- Nombre d'outils simultanés		4
- Section maxi des outils	mm	16 X 20
CONTRE-POUPEE		
- Course	mm	110
- Cône morse N°		3

BOITIER DES FILETAGES			
- Nombre de pas			
. métriques			39
. impériaux			35
. modulaires			18
. diamétraux			18
- Plages			
. métriques	mini-maxi/mm		0,2-14
. impériaux	mini-maxi/filets/pouce		2-56
. modulaires	mini-maxi/mod.		0,3-3,5
. diamétraux	mini-maxi/pd.		8-56
VIS-MERE			
- Diamètre nominal		mm	28
- Pas		mm / fi/po.	6 - 4
MOTEUR ELECTRIQUE			
- Type		HZ	60
- Révolutions		TPM	1500
- Puissance		Kw-hp	2,2 - 3
ENCOMBREMENT			
- Longueur maxi		mm	1630
- Largeur maxi		mm	1020
- Hauteur maxi		mm	1310
- Poids		kg	583
CAPACITE			
- Longueur de barre	entre pointes	mm	630
- Diamètre de barre	maxi		
. au banc		mm	330
. avec chariot		mm	210
. dans la broche		mm	38

3- DOSSIER DES STANDARDS B.M.

En plus des renseignements directement reliés à la production de l'entreprise, l'agent des méthodes doit se préoccuper des éléments de standardisation qui sont le fruit d'études et d'expérimentations effectuées par des laboratoires dépendant ou non de l'entreprise.

Notons que nous ne pourrons produire une liste exhaustive de ce type de documents. Cependant, pour limiter un peu l'étendue de l'étude, nous nous en tiendrons:

- aux normes et catalogues
- aux tolérances dimensionnelles et géométriques compatibles avec les procédés d'élaboration
- aux conditions d'usinage et temps standards.

Finalement, à titre indicatif, notons qu'un dossier "Bureau des méthodes" doit renseigner sur tous les facteurs normalisés existants en rapport avec le domaine de production de l'entreprise.

3.1- Normes et catalogues

Le préparateur doit donc avoir accès à:

- tous les catalogues de normes en vigueur ainsi qu'à toutes les mises à jour

- tous les catalogues d'éléments mécaniques standards tels que: éléments de montages, outillages, outils de coupe, boulonnerie-visserie, moyens de contrôles.

Tous ces documents visent toujours une efficacité maximale pour un prix de revient minimal .

3.2- Tolérances dimensionnelles et géométriques

Le préparateur sera appelé à choisir certains procédés d'élaboration en fonction des tolérances dimensionnelles et géométriques de l'objet technique à fabriquer.

3.2.1- Tolérances dimensionnelles compatibles avec les procédés d'élaboration (voir tableaux I.1 et I.2 p. 1/26 et 1/27).

3.2.2- Tolérances géométriques compatibles avec les procédés d'élaboration

Le préparateur peut aussi être amené à respecter des tolérances géométriques (de forme, d'orientation et de position) ainsi qu'une certaine rugosité, un aspect particulier. (Voir tableau I.3 p. 1/28).

3.3- Conditions d'usinage et temps standards

Considérant la part importante des usinages dans les prix de revient, l'agent de méthodes doit rechercher des conditions optimales de fabrication. Cependant, compte tenu de la complexité des relations entre les facteurs intervenant dans le phénomène de la coupe, ce choix ne peut s'appuyer que sur des résultats d'expérimentations diffusés par des laboratoires spécialisés.

3.3.1- Abaque de calcul de puissance en tournage

Les résultats sont souvent présentés sous forme de règles à calculs ou d'abaques. A titre d'exemple, l'abaque suivant permet différents calculs de conditions d'usinage. (Voir abaque I.4 p. I/29).

3.3.2- Tableaux des temps d'exécution

De plus, dans un but de planification rationnelle du travail, le préparateur doit prévoir les temps de manipulation et de fabrication. Il peut utiliser les tableaux des temps prédéterminés. (Voir tableau I.5 p. I/30).

4- EXEMPLE DE DOSSIER DE "PIECE A FABRIQUER"

(Voir pages suivantes)

MODÈLE:
Cette feuille pourra servir de 1ère page d'une chemise contenant les documents ci-après, pages: 1/22, 1/23, 1/24 et 1/25.

DOSSIER

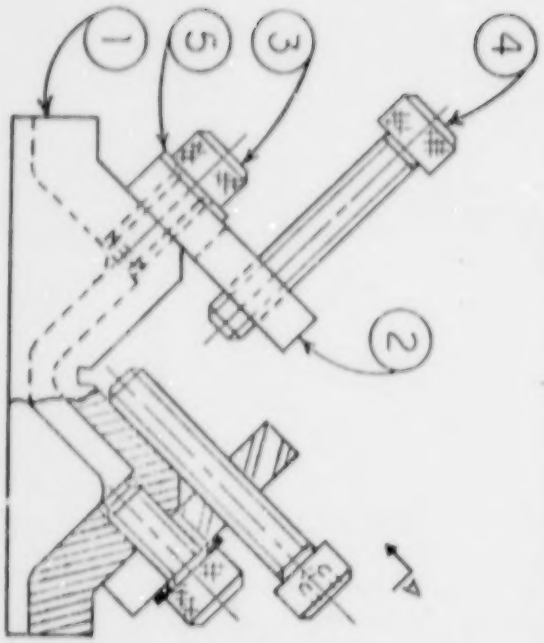
PIÈCE À FABRIQUER

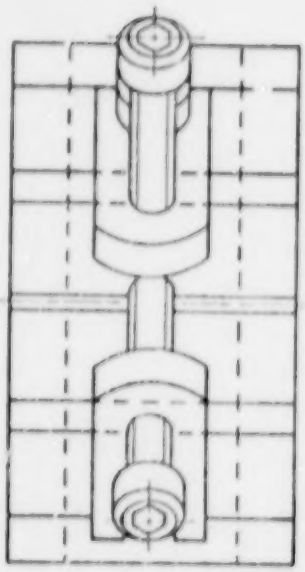
Produit:	Pièce:	Nom:
	Pièce n°:	Groupe:
Ensemble n°:	Matière:	Date:
Sous-ensemble n°:	Brut:	Université du Québec à Trois-Rivières

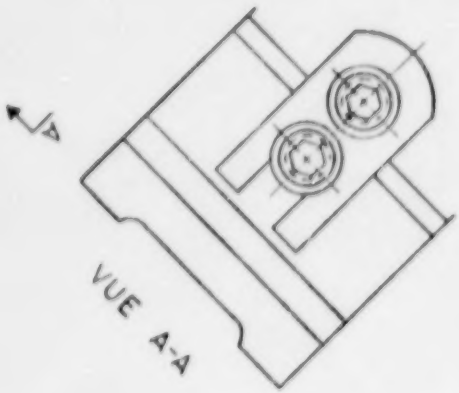
DOSSIER

PIÈCE À FABRIQUER

Produit: Bloc en "V"	Pièce: Bride	Par: A Marichal, M Gautier
	Pièce n°: D 402	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: SAE 1035	Date: 10 Mai 1982
Sous-ensemble n°:	Brut: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières



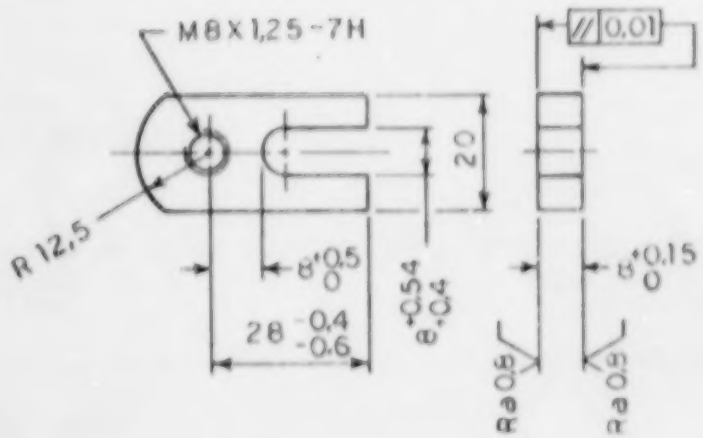




REP	QTE	N DESSIN	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
5	2	D4 05	RONDELLE Z8N		
4	2	D4 04	CHc M8×1.25×45L		
3	2	D4 03	CHc M8×1.25×18L		
2	2	D4 02	BRIDE	SAE 1035	Tr.Th.: 40-45 R'C
1	1	D4 01	BATI	FONTE	

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.03.28	Titre: BLOC EN "V"	
Des. par: M. GAUTIER	Ech. 1:1	Références	E004
Ver. par: MG			



MAT. : SAE 1035 LAC
Tr.Th. : DURCIR 40-45 HRc
QTE : 2 REQ.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC A TROIS-RIVIÈRES			
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.04.26	Titre: BRIDE	
Des. par: L. GELINAS	Ech.: 1:1	Références E-004	D402
Ver. par: M G			

PIECE BRUTE

Elle sera coupée dans un plat laminé à chaud (LAC) SAE 1035.

PROGRAMME DE FABRICATION

Production en petite série répétitive (100 pièces par an, pendant 5 ans).

La fabrication est prévue dans un atelier de mécanique générale équipé de:

- scie mécanique
- fraiseuse horizontale
- fraiseuse verticale
- fraiseuse-perceuse
- rectifieuse plane.

(FIN DU DOSSIER)

Tableau I-1

Tolérances dimensionnelles compatibles avec les procédés de moulage

Fonte grise moulée en sable

Cote nominale de (exclus)	à (inclus)	TOLERANCES (valeurs des écarts ±) — Plus grande dimension de la pièce ≤ 100			100 160			160 250			250 630			630 1600			> 1600		
		–	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
0	10	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1	0.5	0.5	1.5	1	0.5	2	1.5	1	4	2.5	1.5
10	25	1	1	0.5	1	1	0.5	1	1	0.5	1.5	1	0.5	2	1.5	1	4	2.5	1
25	40	1.5	1	0.5	1.5	1	0.5	1.5	1	0.5	1.5	1	1	2.5	1.5	1.5	4	3	1.5
40	63	1.5	1	1	1.5	1	1	1.5	1	1	2	1.5	1	2.5	2	1.5	4.5	3	1.5
63	100	2	1.5	1	2	1.5	1	2	1.5	1	2	1.5	1	3	2	1.5	5	3	1.5
100	160	2.5			2.5	1.5	1	2.5	1.5	1	2.5	2	1.5	3.5	2	2	5	3.5	2
160	250	3			3			3	2	1.5	3	2	1.5	4	2.5	2	5.5	4	2
250	400										4	2.5	2	4.5	3	2.5	6.5	4	2.5
400	630										4.5	3	2.5	5.5	3.5	3	7.5	5	3
630	1000													6.5	4.5	3.5	8.5	5.5	
1000	1600													8.5	6		10.5	7	
1600	2500																12.5	8.5	
2500	4000																16	10.5	

Surépaisseurs d'usinage

≤ 100			100 160			160 250			250 630			630 1600			> 1600		
L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
4	2.5	2.5	4	2.5	2.5	4	2.5	2.5	4.5	4	3.5	5	4.5	4	7	5.5	4
4	3	2.5	4	3	2.5	4	3	2.5	4.5	4	3.5	5	4.5	4	7	5.5	4
4.5	3	2.5	4.5	3	2.5	4.5	3	2.5	4.5	4	4	5.5	4.5	4.5	7	6	4.5
4.5	3	3	4.5	3	3	4.5	3	3	5	4.5	4	5.5	5	4.5	7.5	6	4.5
5	3.5	3	5	3.5	3	5	3.5	3	5	4.5	4	6	5	4.5	8	6.5	4.5
5.5			5.5	3.5	3	5.5	3.5	3	6	5	4.5	6.5	5	5	8	6.5	5
6			6			6	4	3.5	7	5	4.5	7	5.5	5	8.5	7	5
									7.5	5.5	5	7.5	6	5.5	9.5	7	5.5
										6	5.5	8.5	6.5	6	10.5	8	6
												9.5	7.5	6.5	11.5	8.5	
												11.5	9		13.5	10	
															15.5	11.5	
															19	13.5	

Acier moulé en sable

Cote nominale de (exclus)	à (inclus)	TOLERANCES (valeurs des écarts ±) — Plus grande dim. de la pièce ≤ 250			250 1000			> 1000		
		–	A	B	L	A	B	L	A	B
0	16	2	1	1	2	1.5	1	4	2	2
16	40	2	1	1	2	1.5	1	4	2	2
40	65	2	2	1	2	2	1	5	2.5	2
65	100	2	2	1	3	2	1	6	2.5	2
100	160	3	2	1	3	2	1	6	3	2
160	250	4	2	2	4	3	2	6	3	3
250	400				5	3	2.5	7	4	3
400	630				6	4	3	8	5	4
630	1000				7	6	4	10	6	5
1000	1600							13	8	
1600	2500							16	11	

Surépaisseurs d'usinage

≤ 250			250 1000			> 1000		
L	A	B	L	A	B	L	A	B
6	5	4	6	5.5	4	8	6	5
6	5	4	6	5.5	4	8	6	5
6	6	4	6	6	4	9	6.5	5
6	6	4	7	6	4	10	6.5	5
7	6	4	7	7	5	10	7	5
8	6	6	8	7	6	10	8	7
		6.5	9	7	6.5	11	9	7
			10	8	7	12	9	8
			11	10	8	14	10	9
						17	12	
						20	15	

NOTE :

Tolérance 1 : concerne les dimensions qui ne sont pas fondamentales pour la fonction même de la pièce (cotes non affectées de tolérances sur le D.D.F.).

Tolérance A : – concerne les seules cotes affectées de la tolérance précisée sur les dessins de définition.
– concerne les pièces pour lesquelles sont prévus des outillages tels que : modèles en bois fixés sur plaques, modèles en plâtre, etc...

Tolérance B : – concerne les cotes affectées de la tolérance précisée sur les dessins de définition.
– concerne les pièces pour lesquelles sont prévus des outillages tels que : modèles métalliques, plaques modèles, procédés de fabrication mécanisés.

TABLEAU I-2

TOLÉRANCES COMPATIBLES AVEC LES PROCÉDÉS D'ÉLABORATION

PIÈCES MOULÉES EN SABLE							
PROCÉDÉS SPÉCIAUX	Tolérances en % pour dimensions inférieure à 250 mm						
Procédé au sable auto-siccatif	± 0.5 % avec une tolérance minimale de ± 0.5 mm						
Procédé Schaw	± 0.3 % avec une tolérance minimale de ± 0.1 mm						
Procédé à la cire perdue	± 0.2 % avec une tolérance minimale de ± 0.05 mm						
En coquille, par gravité	± 0.5 % avec une tolérance minimale de ± 0.2 mm						
En coquille, sous pression	± 0.3 % avec une tolérance minimale de ± 0.1 mm						
PIÈCES OBTENUES PAR DÉFORMATION	Paliers de dimensions en mm						
	⩽ 50	50 à 80	80 à 200	200 à 315	315 à 400	400 à 500	500 à 630
Forgeage	± 3	± 3	± 4	± 6	± 8	± 9	± 10
Matriçage	± 0.5	± 1	± 1	± 1.5	± 2	± 2,5	± 2.5

PIÈCES OBTENUES A PARTIR DE TÔLES				
Assemblage par soudage	± 2 millimètres par mètre avec une tolérance minimale de ± 1 mm		Sciage	± 1 millimètre par mètre avec une tolérance minimale de ± 0.5
Découpage (à la presse)	Précis	IT 7 à IT 8	Tôlerie Chaudronnerie	± 0.5 millimètre par mètre avec une tolérance minimale de ± 0.5
	ordinaire	IT 9 à IT 10		

PIÈCES OBTENUES PAR ENLÈVEMENT DE MATIÈRE					
Alésage	Précis	IT 5 à IT 7	Perçage	Moyen	IT 10 à IT 11
	Moyen	IT 8		Ordinaire	IT 12
Brochage	Précis	IT 5 à IT 7	Rabotage	Précis	IT 8 à IT 9
	Moyen	IT 8 à IT 9		Moyen	IT 10
Electro-erosion	Précis	0,05	Rectification	Précis	IT 5 à IT 7
	Moyen	0.10		Moyen	IT 8
Fraisage	Précis	IT 6 à IT 7	Tournage	Précis	IT 6 à IT 7
	Moyen	IT 8 à IT 9		Moyen	IT 8 à IT 9
	Ordinaire	IT 10		Ordinaire	IT 10

Tableau I-3 États de surface compatibles avec quelques procédés d'élaboration

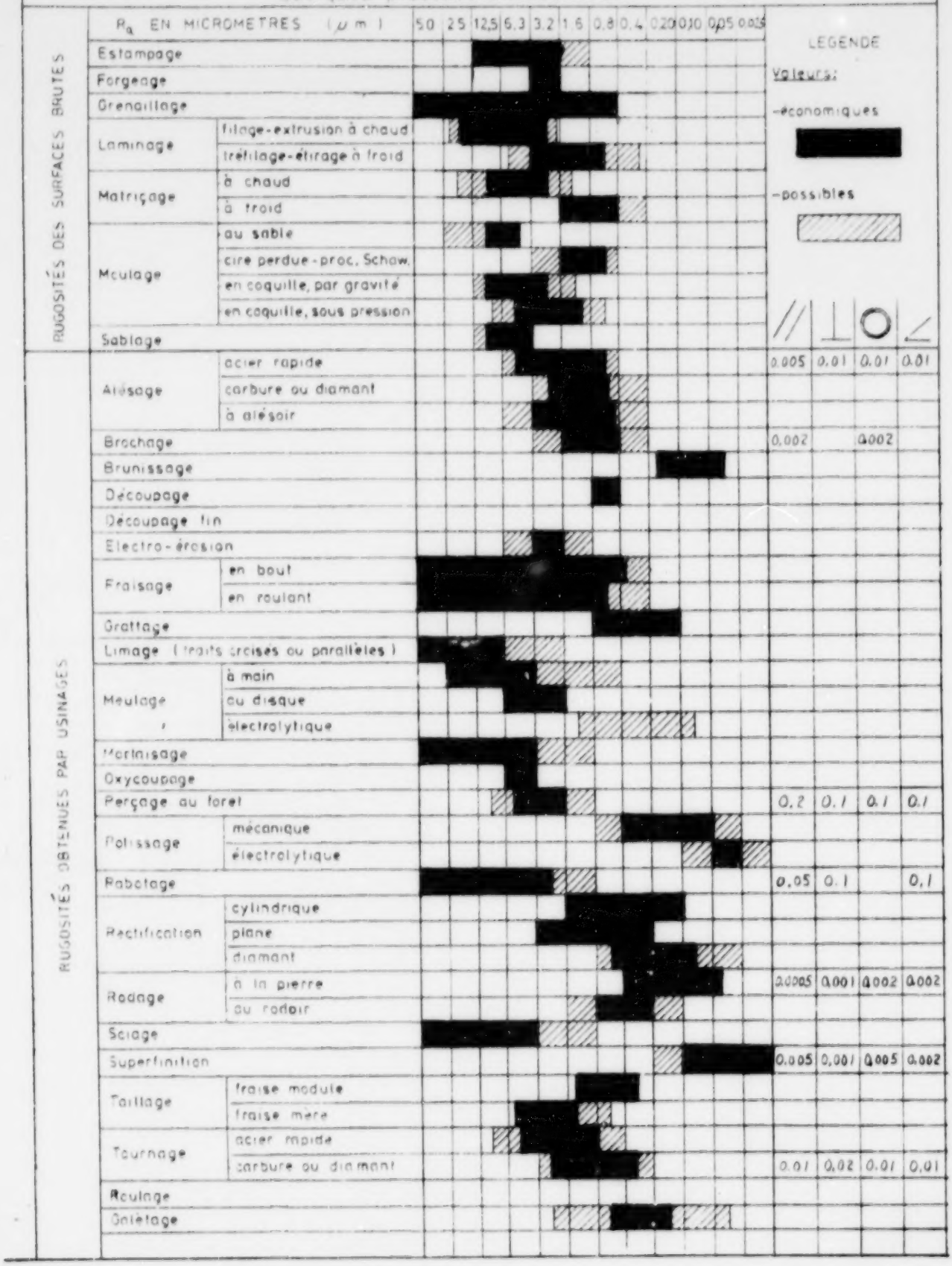
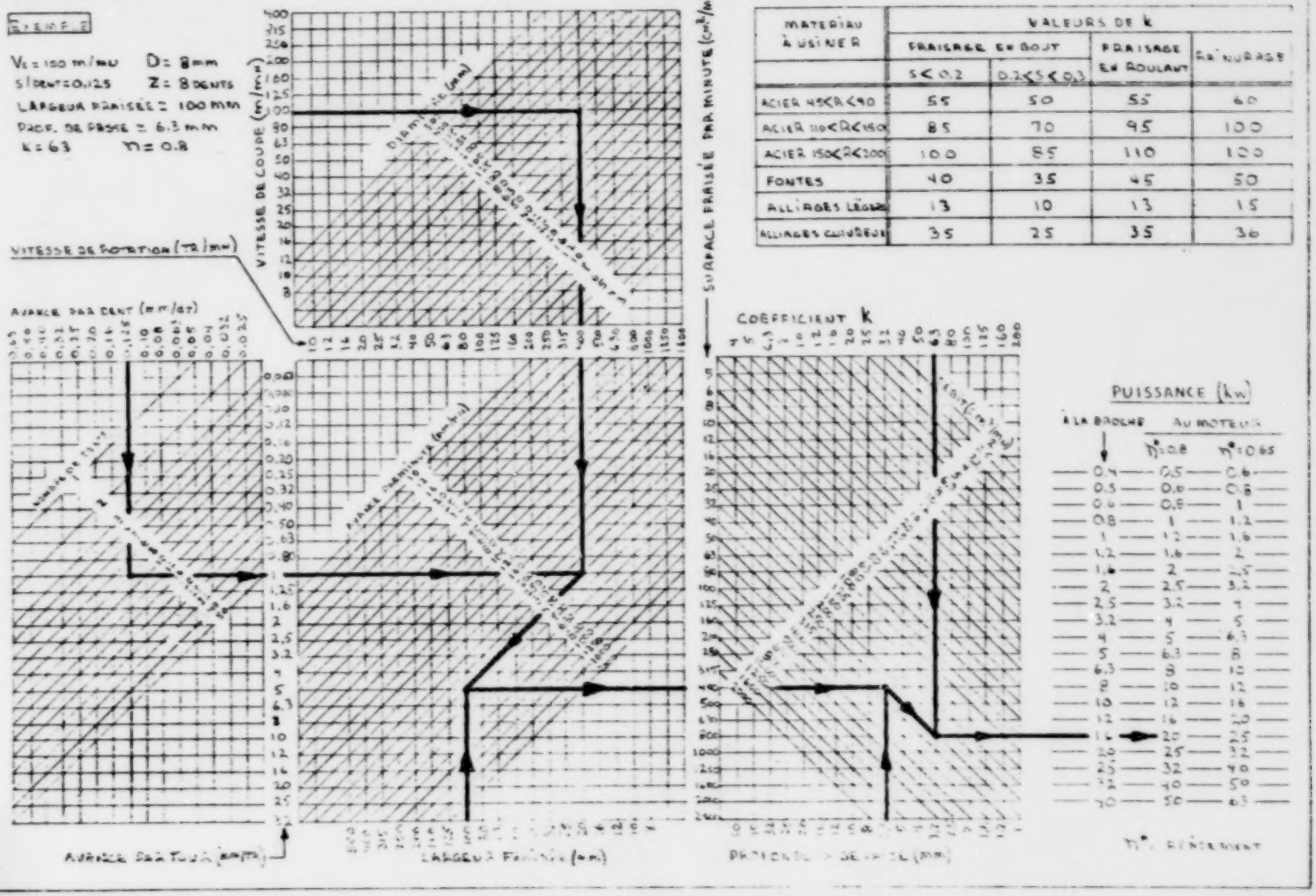


Tableau I-4

EXEMPLE

V_c = 100 m/mn D = 8 mm
s/dent = 0,125 Z = 8 dents
Largeur fraisée = 100 mm
Prof. de passe = 6,3 mm
k = 63 η = 0,8



MATÉRIAU À USINER	VALEURS DE k			
	FRAISAGE EN BOUT		FRAISAGE EN ROULANT	RAINURAGE
	$S < 0,2$	$0,2 \leq S \leq 0,3$		
ACIER $45 < R < 90$	55	50	55	60
ACIER $110 < R < 150$	85	70	95	100
ACIER $150 < R < 200$	100	85	110	100
FONTES	40	35	45	50
ALLIAGES LÉGERS	13	10	13	15
ALLIAGES CUIVREUX	35	25	35	36

TABLEAU 1 - 5

TEMPS MANUELS - Tm (Durée de travail physique ou mental dépendant uniquement de l'opérateur)

Fraiseuses Ernault - Somua		Type Z1	Type Z3
		Tm en cmn	
Broche	Embrayer ou débrayer	2	2
	Changer fréquence de la broche (1 levier)	6	10
	Changer fréquence de la broche (2 leviers)	12	15
	Changer fréquence de la broche (3 leviers)	16	20
	Inverser le sens de rotation	3	3
Table (Avance)	Embrayer ou débrayer avance lente	3	2
	" " " rapide	4	4
	Changer d'avance (1 levier)	5	5
	" " (2 leviers)	10	10

Table et chariot transversal	Déplacement transversal 30mm	10	14
	" " 60mm	15	20
	" " 90mm	20	28
	Bloquer ou débloquer la table	6	6
	" " le chariot	4	4
	Amener le vernier ou repère (Table ou chariot transversal)	10	10
Montant	Bloquer ou débloquer	10	16
	Descendre le montant de 30mm	14	32
	" " 60mm	21	56
	" " 90mm	30	86
	Monter le montant de 30mm	17	35
	" " 60mm	27	60
	" " 90mm	37	92
	Amener le vernier au repère	15	15

MISE EN POSITION DE PIECE		
Organe	Mouvements	Tm cmn
Etau	Monter la pièce en étau	30
	Démonter la pièce de l'étau	24
Mandrin 3 mors	Monter la pièce en mandrin	40
	Démonter la pièce du mandrin	30
Mandrin 3 mors plus contrepointe	Monter la pièce en mandrin et contrepointe	70
	Démonter la pièce du mandrin et contrepointe	60
Plateau circulaire	Monter et centrer la pièce au comparateur sur plateau circulaire	700
	Démonter	100

CONTROLE		
Organe	Opérations	Tm cmn
Réglet	Vérifier une cote au réglet	25
Pied à coulisse	" " " pied à coulisse	41
Equerre	" un équerrage	37
Micromètre	Vérifier une cote ± 0,03	54
	" " " ± 0,01	70
Calibre à mâchoire	Vérifier un diamètre à l'aide d'un calibre à mâchoire	38
Tampon cylindrique	Vérifier un alésage à l'aide d'un tampon cylindrique	34

TEMPS TECHNOLOGIQUES - Tt (Durée pendant laquelle le travail effectué dépend uniquement des moyens matériels)

TEMPS DE PERCAGE ET TARAUDAGE 1 TROU

MATIERE: ACIER ≤ 50 da N/mm²

LONGUEUR TARAUDEE	Pas	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
	Ø Taraud	4	5	6	8	10	12	14	10	18	20
5		1.54	1.55	1.55	1.56	1.56	1.57	1.58	1.59	1.60	1.63
10		1.66	1.67	1.67	1.68	1.69	1.70	1.71	1.73	1.73	1.76
15			1.80	1.80	1.80	1.80	1.82	1.84	1.86	1.86	1.90
20				1.90	1.90	1.95	1.95	1.97	1.99	1.99	2.04
25						2.07	2.08	2.10	2.12	2.12	2.17
30								2.22	2.26	2.26	2.31
35								2.35	2.39	2.39	2.45
40										2.50	2.59

MATIERE: ACIER 50-70 da N/mm²

LONGUEUR TARAUDEE	Pas	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5
	Ø Taraud	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
5		1.61	1.62	1.62	1.63	1.64	1.65	1.67	1.68	1.69	1.70
10		1.80	1.81	1.81	1.83	1.84	1.85	1.86	1.88	1.89	1.90
15			2.00	2.00	2.01	2.03	2.04	2.06	2.08	2.08	2.10
20				2.19	2.21	2.22	2.24	2.25	2.28	2.28	2.30
25						2.41	2.43	2.45	2.48	2.47	2.50
30								2.64	2.68	2.67	2.70
35								2.84	2.88	2.87	2.90
40										3.06	3.10

AUTRES TEMPS - DEFINITIONS

- Temps techno-manuels	Ttm	C'est la durée pendant laquelle le travail dépend des actions composantes et simultanées de l'opérateur et de la machine.
- Temps masqués	Tz	C'est la durée d'un travail humain ou machine accompli pendant l'exécution d'un travail prédominant.
- Temps série	Ts	C'est la durée des opérations nécessaires pour équiper le poste (mise en place du montage porte-pièce, montage et réglage des outils) ainsi que celles intervenant lors du démontage du poste.

ETAPE 2

ANALYSE DU DESSIN DE DEFINITION FONCTIONNEL

L'élaboration d'une gamme d'usinage nécessite l'analyse et la compréhension de toutes les exigences du dessin de définition. L'étude de ces exigences conduira au choix des moyens de fabrication compatibles avec les possibilités de l'industrie concernée.

L'analyse logique d'un dessin de définition pourra se faire de la façon suivante:

1- étude des formes du dessin

2- croquis repéré de la pièce

3- analyse des exigences B.E.

1- ETUDE DES FORMES DU DESSIN DE DEFINITION

Cette approche est, dans un premier temps, d'ordre pédagogique et consiste à s'assurer d'une parfaite compréhension spatiale du dessin de définition fonctionnel. Elle peut permettre en outre de déceler certaines imprécisions ou erreurs commises par le B.E..

2- CROQUIS REPERE DE LA PIECE (voir croquis de la bride du bloc en "vé" p. 2/4).

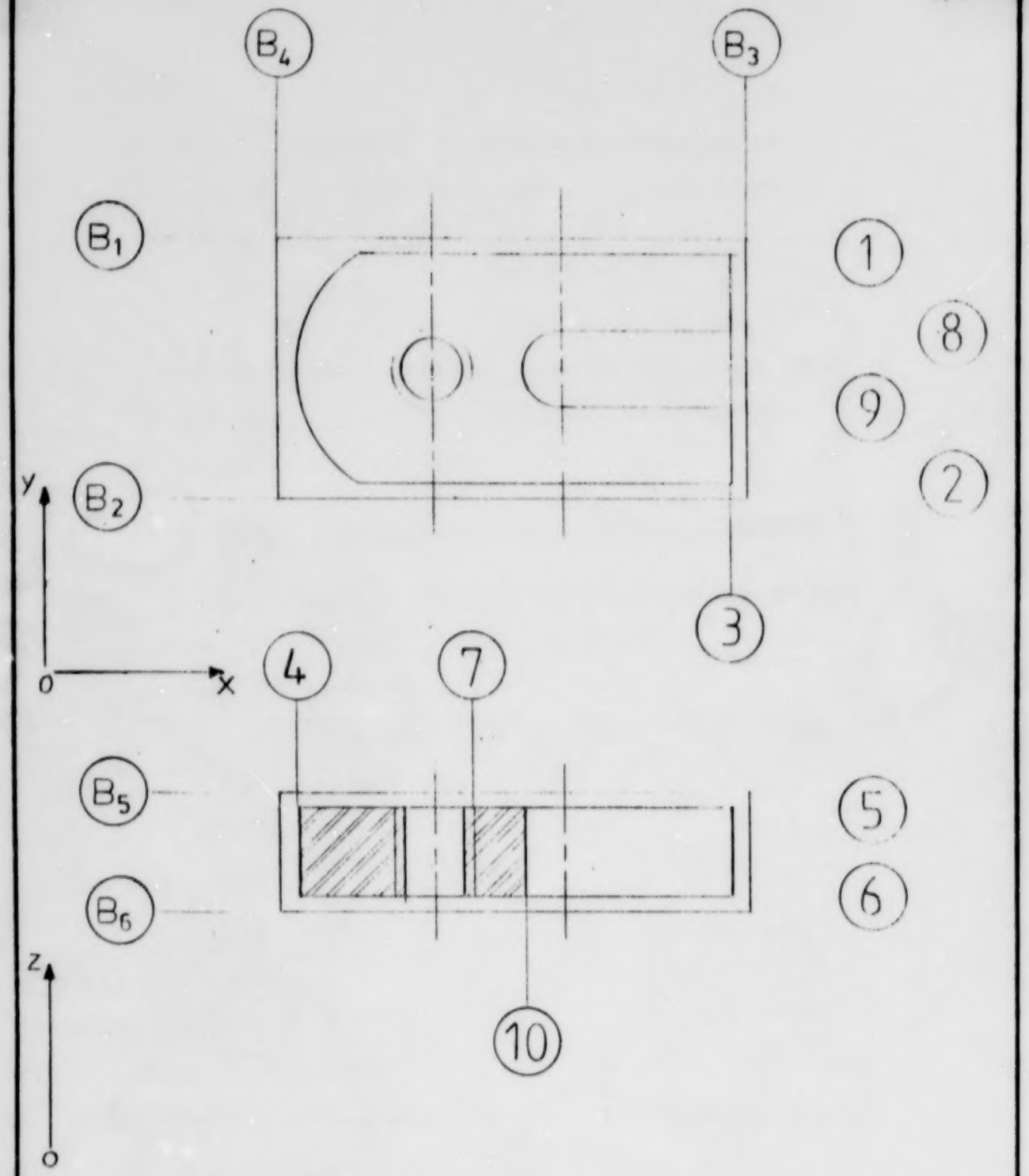
Sur le croquis tracé à partir du dessin de définition (voir étape préliminaire), il y aurait lieu de:

2.1- Repérer les axes x, y, z sur les 3 vues

Il s'agit d'inscrire sur toutes les vues du croquis les choix d'axes. L'inscription des axes sera surtout utile pour définir le positionnement isostatique de la pièce.

2.2- Numéroter les différentes surfaces élémentaires de la pièce (voir tableau, partie c, p. 2/16).

Les surfaces sont repérées par une ligne en trait fin située en prolongement du trait correspondant à la projection



CROQUIS REPÉRÉ DE LA PIÈCE À FABRIQUER

Produit: Bloc en "y"	Pièce: Bride	Nom: A Marichal M Gautier
	Pièce n°: D402	Groupe:
Ensemble n°: E004	Matière: SAE 1035	Date: 10 Mai 1982
Sous-ensemble n°:	Brut: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières

de la surface considérée. Le repère de la surface est placé à l'intérieur d'un cercle tracé aussi en trait fin à l'extrémité de la ligne prolongée.

- Surfaces usinées: repère 1, 2, 3...
- Surfaces brutes: repère B1, B2, B3...

Si nécessaire, les surfaces brutes qui disparaissent lors de la fabrication pourront être tracées en traits fins et repérées tel que décrit ci-dessus.

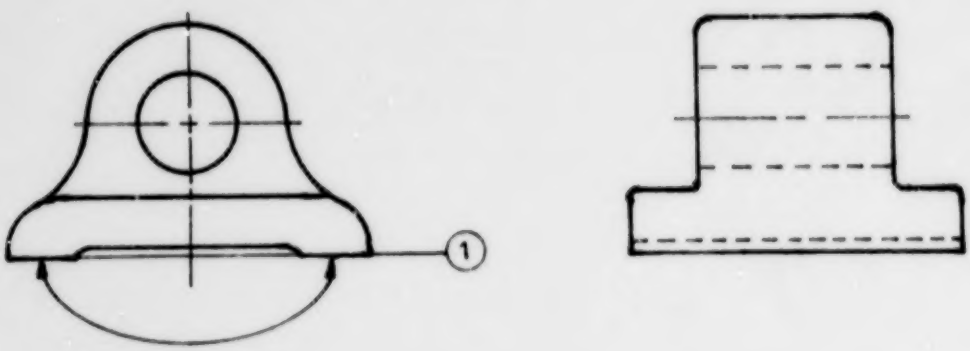
Remarque: Association évidente de surfaces élémentaires

Il est possible à ce stade-ci d'associer certaines surfaces pour éviter une lourdeur technologique inutile.

On peut donc associer:

a) les surfaces situées dans un même plan, ayant la même cote et la même fonction

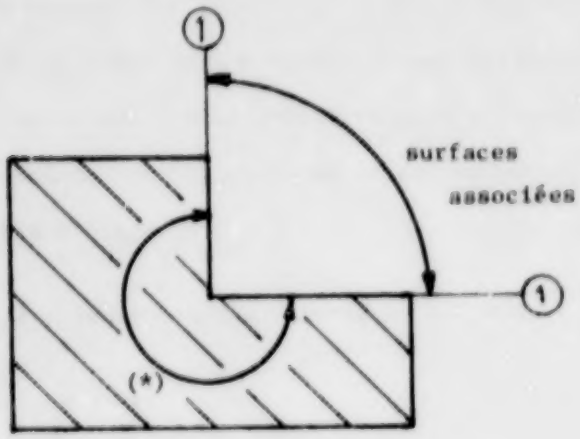
Exemple



Surfaces associées

b) les surfaces sécantes formant entre elles un angle, côté matière, supérieur à π radians (180^{o}).

Exemple:



(*) angle côté matière= $3\pi/2$ radians (270^{o})

3- ANALYSE DES EXIGENCES "B.E."

Cette section a pour but de recenser méthodiquement toutes les indications portées sur le dessin et de les analyser systématiquement. Cette étude sera très utile pour réaliser l'analyse de fabrication mécanique. Elle permettra plus précisément de considérer les points décrits ci-après et de les consigner dans le tableau de fin d'étape.

3.1- Matière (voir tableau, partie b, p. 2/10

Elle renseigne sur:

- le mode d'obtention du brut (moulage, forgeage, filage)
- l'usinabilité
- les traitements possibles
- les déformations après traitements.

Elle intervient dans le choix:

- de la mise et du maintien en position de la pièce
- des outils à employer
- des éléments de coupe et de passe
- des lubrifiants à utiliser.

3.2- Formes générales (voir tableau, partie d, p. 2/16)

Lors de l'étude des formes de la pièce, il serait utile de se poser les questions suivantes:

- s'agit-il d'une pièce à surfaces planes prédominantes?
- " " " " " " " à surfaces de révolution prédominantes?
- " " " " " " " à surfaces mixtes?
- " " " " " " " à surfaces complexes ou particulières?
- " " " " " " " rigide ou déformable?

afin d'analyser:

- l'accessibilité des surfaces
- les prises de pièce possibles
- les dimensions des surfaces et de la pièce
- les difficultés de fabrication.

Ces analyses permettront de déterminer partiellement:

- les usinages possibles
- le choix de certains accessoires
- le choix de montage et systèmes d'ablocage spéciaux.

3.3- Cotation fonctionnelle (voir tableau, partie e et f p.2/16)

Cette section consiste surtout à analyser rationnellement toutes les cotes qui apparaissent sur le dessin de définition.

Ces cotes se présentent sous deux formes:

- exigences dimensionnelles
- exigences géométriques.

3.3.1- Exigences dimensionnelles

Les exigences dimensionnelles de forme définissent un arrondi, un congé, un trou, un cylindre, un filetage, etc..

Les exigences dimensionnelles de position situent un axe, un évidement, une surface, etc..

3.3.2- Exigences géométriques *

On les rencontre sous forme de tolérances:

- de forme → ex: ⌭ 0,05 ou ⌓ 0,05
- d'orientation → ex: // 0,01 A ou ⊥ 0,03
- de position → ex: ⌖ 0,01 B ou ⌯ 0,1
- de rugosité → ex: 3,2 √

* Voir normes ISO R1101 et ISO 1302

ACNOR CAN3-B78.2-75

Les exigences de la cotation fonctionnelle préparent au choix:

- des opérations élémentaires
- des associations de surfaces
- des machines et des outillages (niveau de précision)
- de l'ordre des opérations.

3.4- Cotes de liaison au brut

Elles ont pour objet de définir, lorsqu'elles existent, la position des surfaces usinées par rapport aux surfaces devant rester brutes. Ces cotes permettent surtout de determiner les surfaces de départ d'usinage; elles sont inscrites au tableau et peuvent se rencontrer sous forme d'exigences dimensionnelles et géométriques.

3.5- Les traitements (voir tableau, partie g, p. 2/16).

On rencontre ces traitements sous différentes formes:

- traitement thermique (trempe, recuit, trempe superficielle)
- traitement thermo-chimique (cémentation, nitruration, sulfonitruration, boruration, shérardisation)
- protection de surface (peinture, émaillage, chromage, oxydation superficielle)

- durcissement (mécanique) (grenaillage, écrouissage, brunissage, galetage).

3.6- Indications particulières

Le"B.E" peut éventuellement fournir des indications spéciales au sujet:

- de la masse de la pièce (équilibrage des masses)
- de la géométrie (encombrement)
- des caractéristiques physiques (étanchéité, aspect visuel, porosité).

4- PREMIERS RESULTATS ISSUS DE L'ANALYSE DU DESSIN DE DEFINITION

Il convient à ce stade-ci de se pencher sur les différentes possibilités d'obtention des surfaces usinées de la pièce. Deux sujets sont à considérer:

- usinages possibles
- opérations élémentaires.

4.1- Usinages possibles (voir tableau, partie h, p. 2/16).

La nature des surfaces, les tolérances dimensionnelles et géométriques ainsi que la connaissance des possibilités des machines-outils (voir étape I) nous permettent de déterminer les usinages possibles des différentes surfaces.

Il est possible qu'une même surface puisse être réalisée par plusieurs machines-outils.

4.2- Opérations élémentaires (voir tableau, partie 1, p. 2/16).

4.2.1- Définition d'une opération élémentaire

Elle définit la réalisation (usinage en général) d'une ou de plusieurs surfaces élémentaires effectuées sur un même poste de travail, avec un même outil* sans démontage de la pièce ni de l'outil.

Remarque: Une opération élémentaire peut comporter plusieurs passages (passes d'usinage) de l'outil.

4.2.2- Exemples d'opérations élémentaires

Centrer, percer, aléser, fileter, tarauder, chanfreiner, charioter, dresser, lamer, fraisurer, rectifier, rainurer, etc..

* ou groupement d'outils

4.2.3- Identification des différentes opérations d'usinage d'une surface élémentaire (ou de plusieurs surfaces élémentaires associées)

NATURE DE L'OPERATION	NOTATION	JUSTIFICATION
Ebauche	E	- Permet d'enlever de fortes surépaisseurs de matière ou d'obtenir, lors de la finition, des spécifications dimensionnelles et (ou) géométriques particulières. - Lorsque nécessaire, opération préliminaire aux opérations décrites ci-dessous.
Demi-finition	F/	- Permet d'approcher, lorsque nécessaire, les spécifications dimensionnelles et (ou) géométriques précises. - Elle s'impose dans les cas de: - pièces déformables - porte-outils fléchissants - matériaux difficiles à usiner - tolérances dimensionnelles et (ou) géométriques précises.
Finition	F	- Permet d'obtenir des tolérances dimensionnelles et (ou) géométriques satisfaisantes.
Super-finition	SF	- Permet d'obtenir des tolérances dimensionnelles très faibles (qualités ISO 4, 5, 6). - Permet aussi et surtout d'obtenir des rugosités très faibles ($R_a \leq 0{,}2\ \mu m$) - Requiert normalement l'utilisation de procédés autres que par enlèvement de matière à l'outil tranchant (pierres-meules, poudres abrasives, grattoirs, rodoirs) et permet d'usiner des matières très dures (ex.: pièce trempée).

Dans beaucoup d'usinages, une (finition) ou deux (ébauche et finition) opérations seulement sont requises pour répondre aux spécifications. On utilisera une demi-finition ou une super-finition dans des cas de spécifications particulières car leur utilisation est économiquement onéreuse.

A partir d'une surface élémentaire repérée 1, 2, 3, 4, on notera les opérations: 1E, 1F

2E, 2F/, 2F

3E, 3F/, 3F

4E, 4F/, 4F, 4SF

Dans le cas où une seule opération est nécessaire, à l'obtention d'une surface, on notera seulement le numéro repère de la surface élémentaire sans faire suivre d'aucune lettre, ex.: 1, 2, 3, 4.

5- TABLEAU SYNTHESE

- Voir modèle page 2/16
- Voir tableau de la bride du bloc en "vé" page 2/17

ANALYSE DU DESSIN DE DÉFINITION

Produit:_____ (a)
Ensemble n°1:___
Sous-Ensemble n°1:_

Pièce:___ (b) (§3.1)
Pièce n°:_
Matière:_
Brut:___

Nom:_____
Groupe:_____
Date:_____
Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage (c) (§2.2)	Surfaces: Nature: Plane	Surfaces: Nature: de révolution	Surfaces: Nature: Quelconque (d) (§3.2)	Exigences B.E: Dimensionnelles: de forme: Valeur	de forme: IT	de position: Valeur	de position: IT (e) (§3.3)	Géométriques: Tolérances de forme: ⏥	⌒	▱	⏤	⌭	○	Tolérances d'orientation: //	⊥	∠	Tolérances de position: ⌖	◎	=	Rugosité: Symbole	Valeur µm (f) (§3.3)	Traitements (g) (§3.5)	Usinages possibles: Alesage	Brochage	Filetage	Fraisage	Perçage	Rabotage	Rectification	Tournage (h) (§4.1)	Opérations ultérieures: Étuvage: E	Démagnétisation: F'	Finition: F	Superfinition: SF (i) (§4.2)

ANALYSE DU DESSIN DE DÉFINITION

Produit: Bloc en "V"
Ensemble n°1: E004
Sous-Ensemble n°:

Pièce: Bride
Pièce n°: D402
Matière: SAE 1035
Brut: LAC

Nom: A Marchal - M Gautier
Groupe:
Date: 13 Mai 82
Université du Québec à Trois-Rivières

Surfaces				Exigences B.E																		Usinages possibles													Opérations d'usinages			
	Nature			Dimensionnelles				Géométriques																															
				de forme		de position		Tolérances de forme						Tolérances d'orientation			Tolérances de position			Rugosité																			
Repérage	Plane	De révolution	Quelconque	Valeur	IT	Valeur	IT	⌓	⌒	▱	⎯	⌭	○	//	⊥	∠	⌖	◎	≡	Symbole	Valeur µm	Traitements	Alésage	Brochage	Filetage	Fraisage	Perçage	Rabotage	Rectification	Tournage	Sciage			Ébauche	Demi-finition	Finition	Super finition
																																				E	F1	F	SF
B1	X																					HRC																
B2	X																																					
B3	X																																					
B4	X																																					
B5	X																																					
B6	X																					40 - 45																
1	X					20/Ⓓ																				X		X								X		
2	X					20/①																				X		X								X		
3	X					28/Ⓥ	0,2																			X		X								X		
4		X		R12,5		8/Ⓒ	0,5																			X										X		
						28/Ⓑ	0,2																																
5	X					8/⑥	0,15							⑤⑥												X		X	X						X	X		
6	X					8/⑤	0,15							⑤⑥												X		X	X						X	X		
7		X	X	M8x1,25	7H	8/⑭	0,5																		X		X								X	X		
						28/③	0,2																																
8	X					8/③	0,14																			X					X					X		
9	X					8/⑧	0,14																			X					X					X		
10		X		⌀8	0,14	8/⑦	0,5																			X	X									X		

ETAPE 3

ETABLISSEMENT DES ASSOCIATIONS
ET ANTERIORITES DE FABRICATION

1- ASSOCIATIONS D'OPERATIONS ELEMENTAIRES

1.1- Généralités

Certaines opérations élémentaires sont associées lorsqu'elles peuvent être réalisées avec le même outil ou ensemble d'outils, à un même poste de travail, sans démontage de la pièce ni de l' (des) outil (s).

Ces opérations associées sont réalisées simultanément ou successivement:

- soit, afin de respecter des tolérances géométriques sévères qui ne pourraient être obtenues dans le cas d'usinage à l'aide d'outils différents (à plus forte raison dans le cas d'une reprise de pièce)
  exemple: respect d'une tolérance ($\perp$ // ◎) de 2 surfaces
- soit, parce que des outillages spéciaux existent:
  → outils: - fraise 2 tailles
  - forêt étagé
  → porte-outils: barre d'alésage
- soit, pour réduire les coûts d'usinage.

Ces associations compléteront celles déjà identifiées à l'étape 2 (paragraphe 2.2- remarque).

1.2- Conditions d'associations

Pour que des associations d'opérations soient réalisables, il faut:

- qu'une mise en position unique permette de les réaliser (liaisons dimensionnelles, accès, maintien en position)
- que la réalisation des surfaces associées soit possible sur une même machine
- que les machines et appareillages utilisés aient des cinématiques et des formes donnant accès à toutes les surfaces associées
- que tous les outils nécessaires existent et puissent être installés sur la machine sans outrepasser ses capacités (puissance à la broche, capacité des porte-outils).

1.3- Notation

Les associations d'opérations élémentaires seront notées par des majuscules choisies à partir de G: G - H - J - K - L - M - N - P - Q....

Exemple: 4E et 7E sont associées ⟶ symbole G

Remarque: 4F et 7F ne sont pas obligatoirement associées.

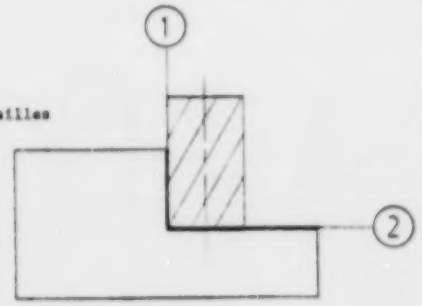
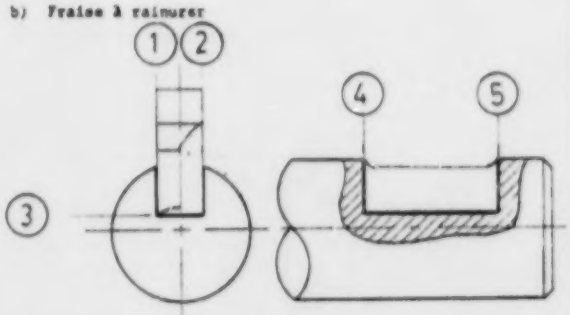
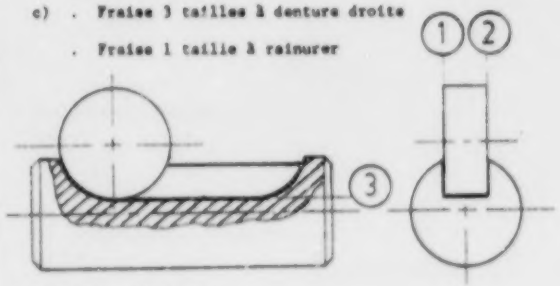
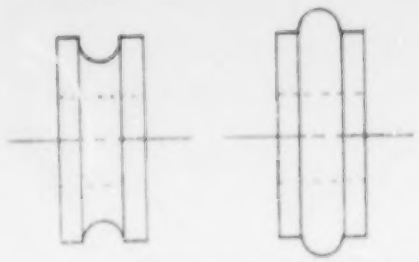
1.4- Tableau des associations d'opérations élémentaires

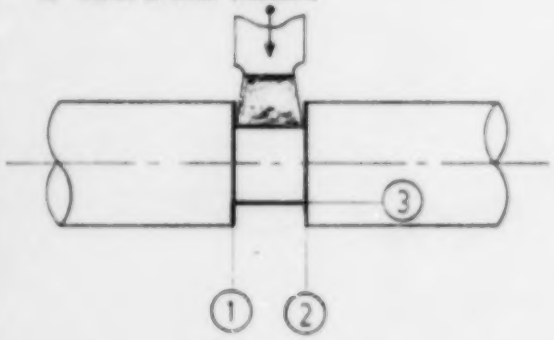
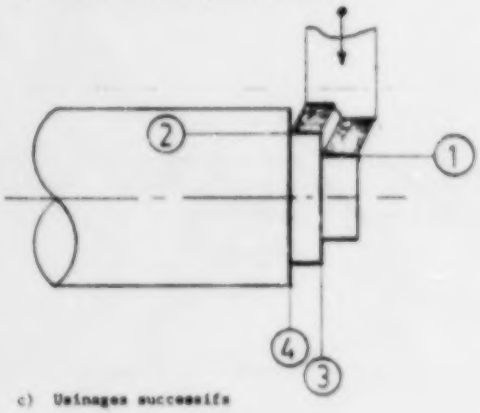
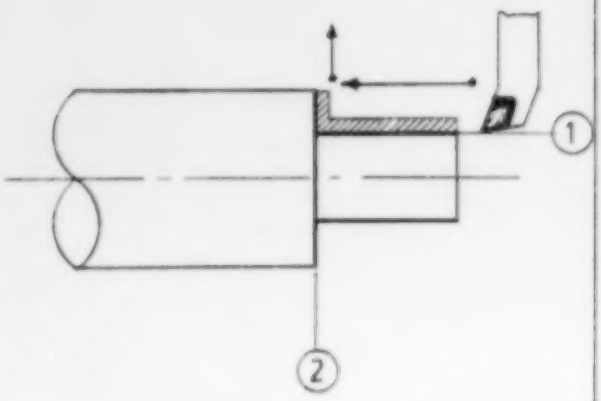
Il est possible de consigner les associations d'opérations dans un tableau représenté ci-dessous:

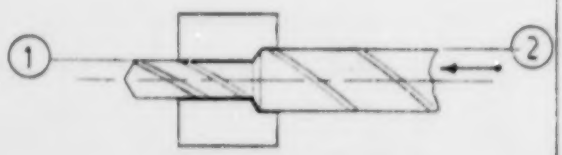
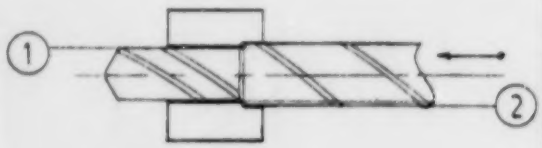
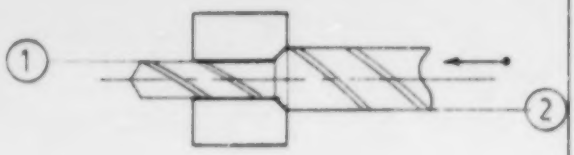
Opérations élémentaires associées	Symbole	Raison de l'association	Exigence		
			B.E.	fab.	écono.

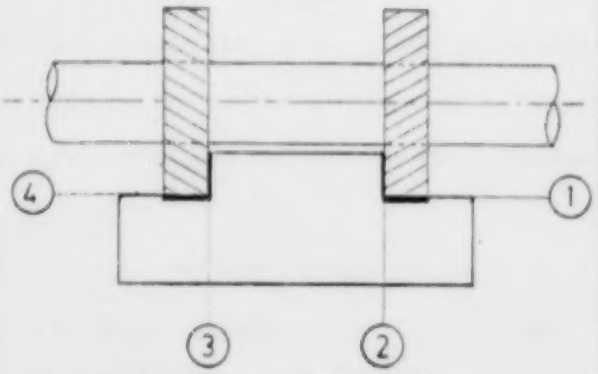
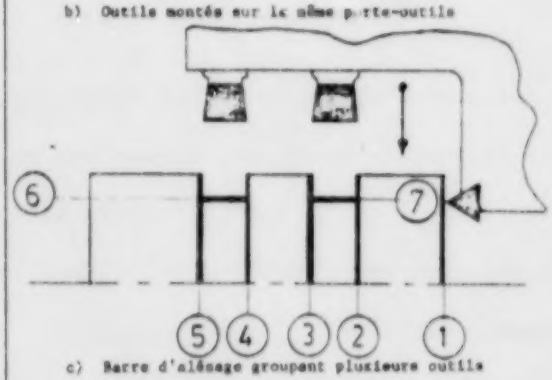
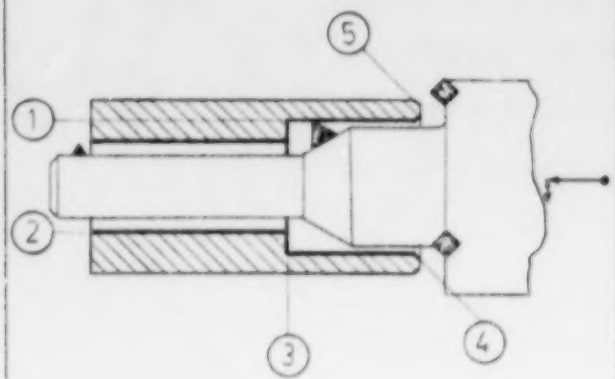
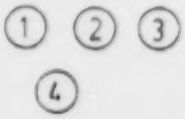
Ces associations d'opérations élémentaires seront à reporter dans les deux premières colonnes du tableau des contraintes du paragraphe 2.3 de cette étape.

1.5- Identification de quelques associations

ASSOCIATIONS D'OPERATIONS	EXEMPLES	SURFACES ASSOCIEES
Opérations réalisées simultanément ou successivement avec le même outil	1. FRAISAGE a) Fraise 2 tailles  b) Fraise à rainurer  c) . Fraise 3 tailles à denture droite . Fraise 1 taille à rainurer  d) Fraise de forme 	(1) (2) (1) (2) (3) (4) (5) (1) (2) (3) Association des surfaces de la forme donnée

ASSOCIATIONS D'OPERATIONS	EXEMPLES	SURFACES ASSOCIEES
Opérations réalisées simultanément ou successivement avec la même outil (suite)	2. TOURNAGE a) Outils de forme (standard)  b) Outils de forme (non standard)  c) Usinages successifs  	① ② ③ ① ② ③ ④ ① ②

ASSOCIATIONS D'OPERATIONS	EXEMPLES	SURFACES ASSOCIEES
Opérations réalisées simultanément ou successivement avec le même outil (suite)	3. PERCAGE a) Forêt étagé  b) Forêt associé à un taraud  c) Forêt associé à une fraise à chanfreiner 	

ASSOCIATIONS D'OPERATIONS	EXEMPLES	SURFACES ASSOCIEES
Opérations réalisées simultanément ou successivement avec des outils associés	a) Train de fraises (3 tailles)  b) Outils montés sur le même porte-outils  c) Barre d'alésage groupant plusieurs outils  	

2- CONTRAINTES D'ANTERIORITE

2.1- Généralités

Une opération élémentaire à des antériorités ou des contraintes d'antériorité ou des contraintes de séquence lorsque d'autres opérations élémentaires doivent être réalisées avant celle-ci.

Ex.: - 7E avant 7F/ (7E est antérieure à 7F/)

- 7F/ avant 7F (7F/ " " " " " 7F)
- Perçage avant taraudage.

Les contraintes qui affectent une opération élémentaire se déduisent des analyses du dessin de définition et des problèmes d'usinage de la pièce.

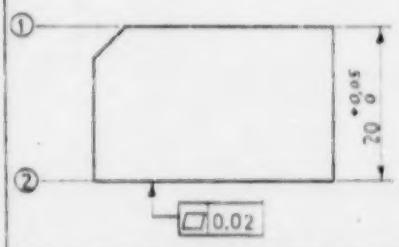
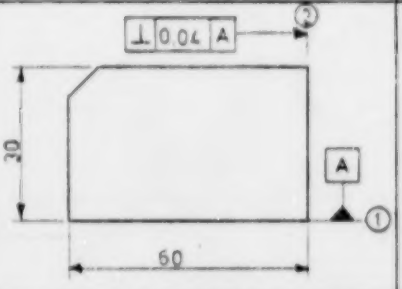
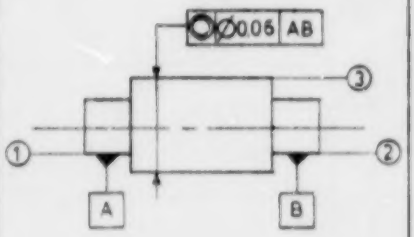
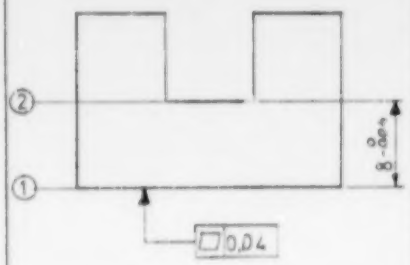
On peut identifier trois origines pour ces contraintes:

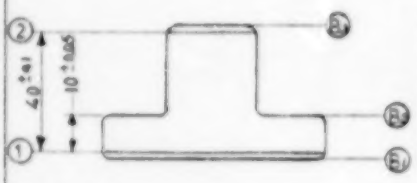
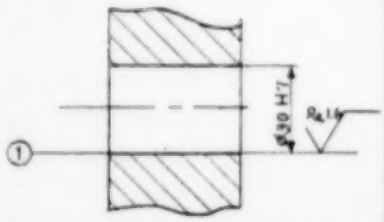
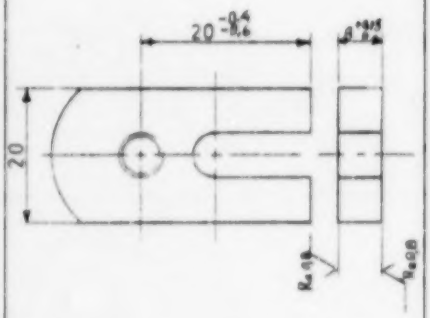
- Contrainte "B.E." : Exigence commandée par le respect des dimensions, des formes, des positions, des orientations (ISO R1101) et des rugosités prescrites par le dessin de définition.

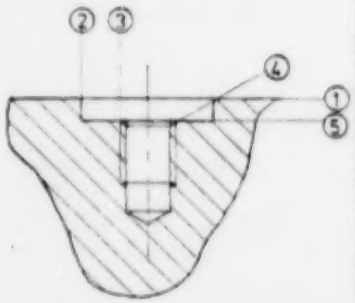
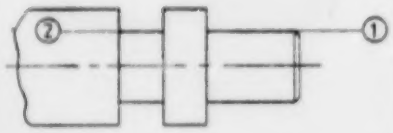
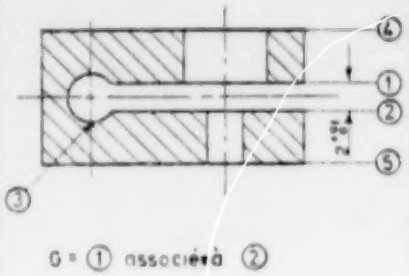
- Contrainte de fabrication: Exigence imposée par les moyens de fabrication, par les propriétés métallurgiques de la pièce et par les traitements spéciaux imposés par le dessin de définition.

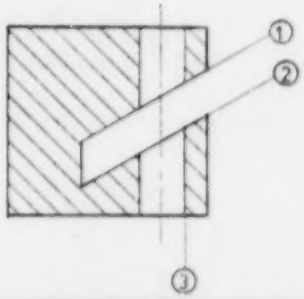
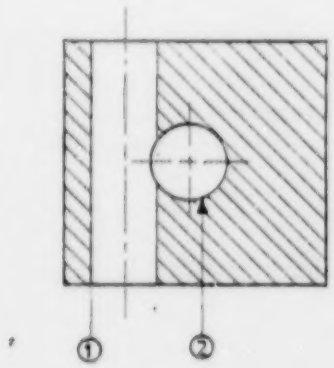
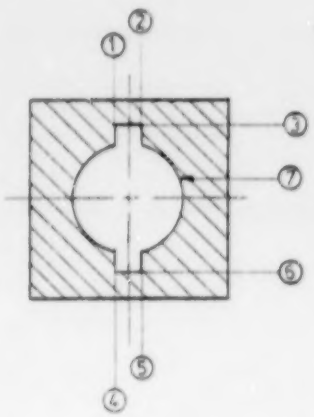
- Contrainte économique: Exigence liée à la réduction des coûts de la fabrication par le biais:
  - → de la réduction de la durée d'usinage
  - → de la réduction de l'usure des outils.

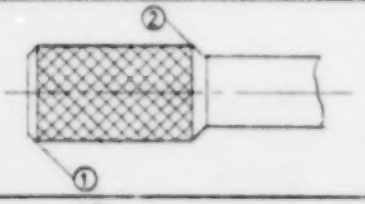
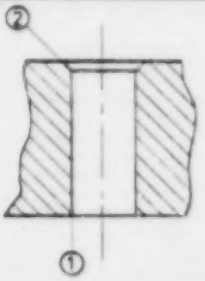
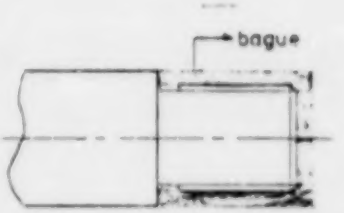
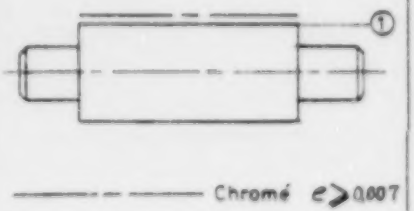
2.2- Identification de quelques contraintes d'antériorité

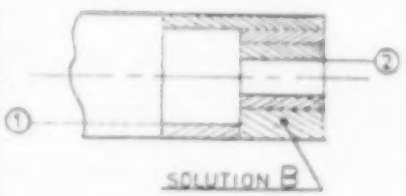
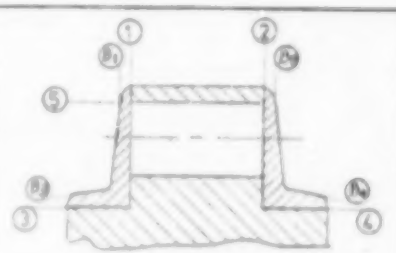
NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTEE	EXEMPLE	EXIGENCE B.E.	EXIGENCE Fab.	EXIGENCE Eco.
Parallélisme Les surfaces ① et ② doivent être parallèles à 0,05 près.	La surface ② étant plus précise (contrainte de planéité), c'est elle qui donnera l'appui plan de meilleure qualité: 1- usiner ② 2- usiner ①		X		
Perpendicularité La surface tolérancée doit être comprise entre 2 plans parallèles, distants de 0,05 et perpendiculaires au référentiel A.	Etant donné que: . ① est une surface de référence . ① est une surface plus grande 1- usinage de ① 2- usinage de ②		X		
Coaxialité Les axes des portées ① et ② matérialisent la droite de référence.	Les surfaces ① et ② servant de référence à la surface ③, elles doivent être usinées sans démontage de la pièce, d'où un montage entre pointes. Donc: 1- centrage 2- usinage de ① et ②		X	X	
Planéité La surface ① doit être comprise entre 2 plans distants de 0,04.	La pièce aura tendance à s'ouvrir, il faut donc prévoir: 1- ébauche générale 2- finition des surfaces précises ① et ②		X	X	

NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTEE	EXEMPLE	EXIGENCE B.E.	Fab.	Eco.
<u>Surface de départ</u> La première surface réalisée sera considérée comme surface de référence.	La surface ① . possède une cote de liaison avec le brut . est beaucoup plus grande, donc: - (E2) surface de départ - (E3) antérieure à ① - ① antérieure à ②		X	X	
<u>Rugosité</u> La surface considérée doit avoir une rugosité telle que $R < 1.6$ µm.	Un état de surface soignée implique 2 opérations d'usinage (ou plus). Donc: - 1E et 1F avec 1E antérieure à 1F		X	X	
<u>Trempe et rectification</u> La pièce considérée doit posséder la dureté superficielle prescrite.	La pièce devra être trempée. Cette trempe exige normalement l'ordre d'usinage suivant: - usinage à l'outil de coupe de toutes les surfaces - traitements thermiques - rectifications après trempe pour respecter les exigences B.E. et supprimer les déformations.	 Dureté superficielle 40 – 45 HRc	X	X	

NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTEE	EXEMPLE	EXIGENCE B.E.	Fab.	Eco.
Respect de l'ordre d'usinage a) sur une surface b) sur plusieurs surfaces	7E antérieure à 7F/ 7F/ antérieure à 7F Pour ne pas faire attaquer la fraise à lamer sur une surface brute (détérioration rapide de l'outil), il faut réaliser 1E avant G. De plus, pour respecter l'ordre d'usinage, il faut réaliser: - C avant 3F (guidage fraise) - ④ avant G - ④ avant 3F - 3E avant G - ordre d'usinage: 1E - 3E - 4 - C - 3F	 - G: association de ② et ⑤ - 3E: perçage avant-trou - 3F: taraudage		X X	 X
Affaiblissement dû à l'usinage	Afin d'éviter un affaiblissement prématuré de la pièce, on termine la surface ① avant de commencer la gorge ②			X	
Flexibilité par usinage	La fente de largeur 2 rend la pièce flexible; l'usinage de cette fente est effectué à la dernière opération. ③, ④, ⑤ avant G	 G = ① associée ②		X	

NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTEE	EXEMPLE	EXIGENCE		
			B.E	Fab.	Eco
<u>Déviation du foret</u>	Afin d'éviter une déviation du foret lors de l'attaque du trou ③ sur la surface ② on termine ③ avant d'effectuer le rainurage G. Il est possible d'éviter la déviation en utilisant un montage de perçage.	G = ① associée à ② 		X	
<u>Alésages sécants</u>	Si ⌀① ≈ ⌀② On réalise d'abord l'alésage le plus précis ou le plus long, puis on termine l'autre alésage: - soit à l'aléseir avec un guidage - soit à l'outil à aléser si l'alésage est de grand diamètre. Si ① > ② On commence par l'alésage qui a le plus petit diamètre.			X	
<u>Rainures sectionnant un alésage</u>	Afin d'éviter l'interruption de l'usinage de l'alésage ⑦ par les rainures G et H, on termine l'alésage ⑦ avant la réalisation des rainures. 7F avant G et H.	G = ①∪②∪⑦ H = ④∪⑤∪⑥ 		X	

NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTEE	EXEMPLE	EXIGENCE B.E.	Fab.	Eco.
Supprimer les bavures dues au moletage	Effectuer les chanfreins ① et ② après le moletage.			X	
Pas de bavure dans l'alésage	On doit procéder de la manière suivante: 1° 1E, 1F/ (éventuellement) 2° 2 3° 1F			X	
Détérioration des surfaces fragiles	Lors de manipulations successives, la partie filetée peut recevoir des chocs. On doit donc terminer par l'opération de filetage. En cas d'impossibilité, on peut protéger la partie filetée avec une bague de matière plastique.			X	
Protection des surfaces	Les traitements de protection des surfaces sont généralement effectués après la finition complète des usinages. 1F avant chromage.			X	

NATURE DU PROBLEME RENCONTRE	SOLUTION APPORTER	EXEMPLE	EXIGENCE B.E.	EXIGENCE Fab	EXIGENCE Eco.
<u>Moindre usinage</u> Réduction de la durée de l'usinage.	- Organiser les passes d'usinage de façon à réduire les temps d'usinage. La solution "B" présente un temps d'usinage plus faible que "A". * Respecter les limites de la machine-outil.	 Solution A: 1 avant 2E Solution B: 2E avant 1 (Solution B préférable)			X
<u>Protection des outils fragiles</u> Réduction de l'usure des outils fragiles et chers.	Il est préférable d'attaquer ou de déboucher sur des surfaces déjà usinées, lors de l'utilisation d'alésoirs, de fraises à lamer, etc... ① et ② antérieures à ⑤.				X

2.3- Tableau des contraintes d'antériorité

. Tableau modèle (voir p. 3/21)

. Tableau des contraintes d'antériorité de la bride du bloc en "vé" (voir p. 3/22).

Remarque: Le fait d'inscrire certaines surfaces brutes dans le tableau des contraintes d'antériorité , signifie que l'on considère la préparation de ces surfaces comme des opérations élémentaires.

Le brut étant supposé fourni avant le démarrage de l'analyse de fabrication, ces opérations peuvent consister en:

- Un contrôle des dimensions du brut
- Un nettoyage (sablage, ...) et une préparation (ébarbage, meulage, ...) des surfaces
- Eventuellement un traitement de surface (peinture, ...)

2.4- Matrice des contraintes d'antériorité

L'ordonnancement de toutes les opérations en tenant compte des contraintes d'antériorité imposées peut se faire au moyen d'une matrice.

Cette matrice réunit sur un tableau, verticalement (sortie) la surface élémentaire repérée et horizontalement (entrée) la ou les contraintes d'antériorité imposées.

On utilise un code de type binaire pour construire le tableau:

- une entrée : 1
- pas d'entrée : 0 (ou pas de signe afin de ne pas surcharger le tableau)

Le signe sera inscrit à la jonction de la surface considérée comme antériorité (entrée) et la surface élémentaire (sortie).

2.4.1- Exemple d'application

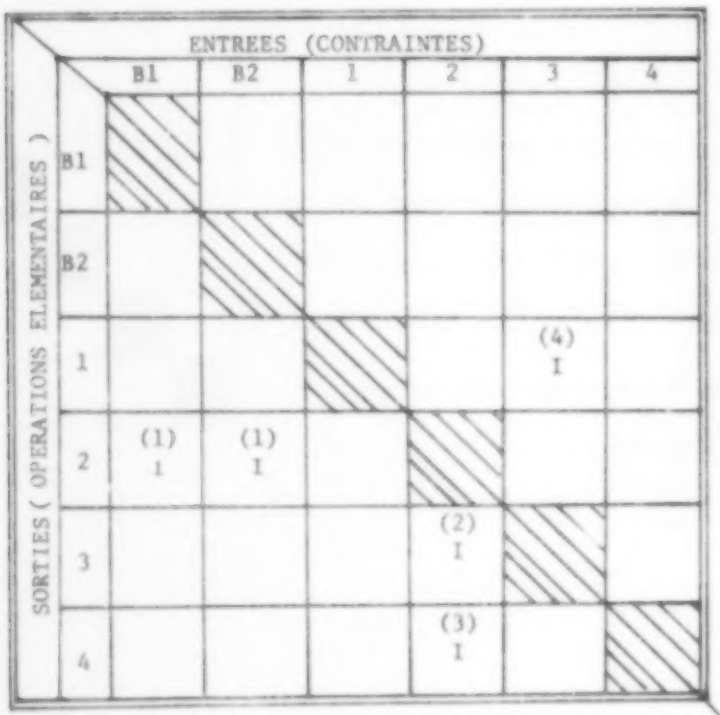
- Supposons les opérations élémentaires suivantes:

  B1, B2, 1, 2, 3, 4

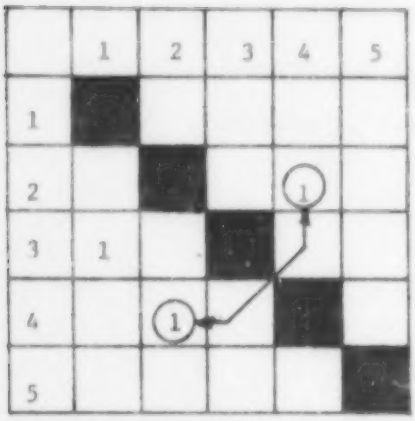
- Supposons les contraintes suivantes:

	Repère
B1 et B2, antérieures à 2	(1)
2 est antérieure à 3	(2)
2 " " " " 4	(3)
3 " " " " 1	(4)

La matrice des contraintes s'établirait comme suit:



2.4.2- Remarque importante: "1" en position symétrique par rapport à la diagonale.



* Les symétries traduisent une impossibilité de réalisation

4 antérieure à 2

2 antérieure à 4

* Pour lever une impossibilité,

2 solutions:

- Supprimer si cela est possible une des contraintes d'antériorité.

  Par exemple: supprimer une contrainte économique face à une contrainte technologique.

- Associer les opérations causant cette impossibilité, d'où la nouvelle matrice pour l'exemple ci-dessus:

		1	G	3	5
	1				
2,4	G				
	3	1			
	5				

2.4.3- Exemples

. Matrice modèle (voir p. 3/24)

. Matrice des contraintes d'antériorité de la bride du bloc en "vé" (voir p. 3/25)

CONTRAINTES D'ANTÉRIORITÉ

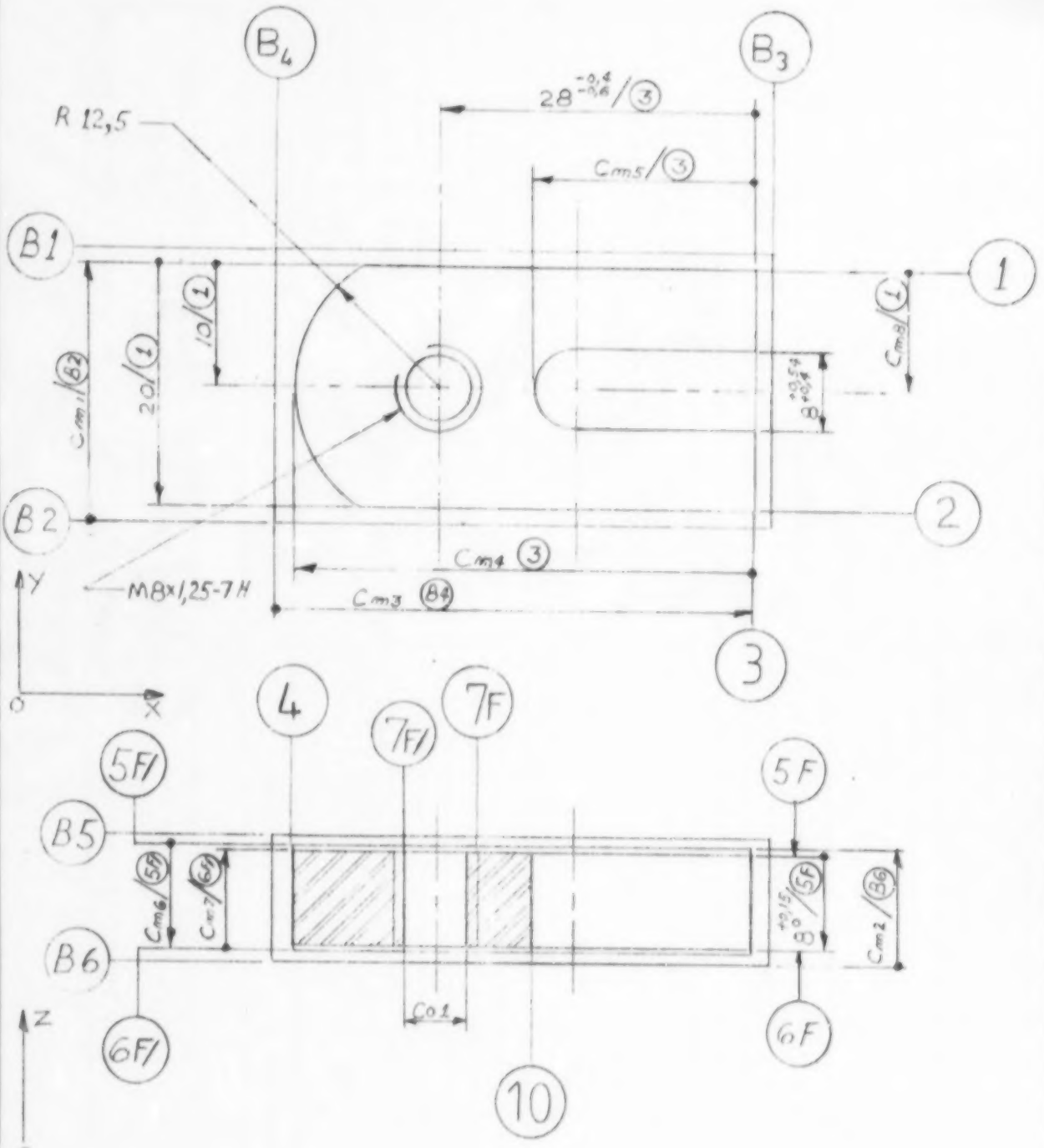
Produit : _____ Pièce : _____ Nom : _____

_____ Pièce n° : _____ Groupe : _____

Ensemble n° : _____ Matière : _____ Date : _____

Sous-ensemble n° : _____ Brut : _____ Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage		B.E.								B.M.						
		Dimensionnelles		Géométriques						Fabrication					Économiques	
				Orientation			Position									
Association	Opération	Cote	Réf.	//	⊥	∠	⌖	◎	≡	Reprise	Orientation	Déformation	Traitement	Diverses	Meilleur Usinage	Estimation des pénalités de coût



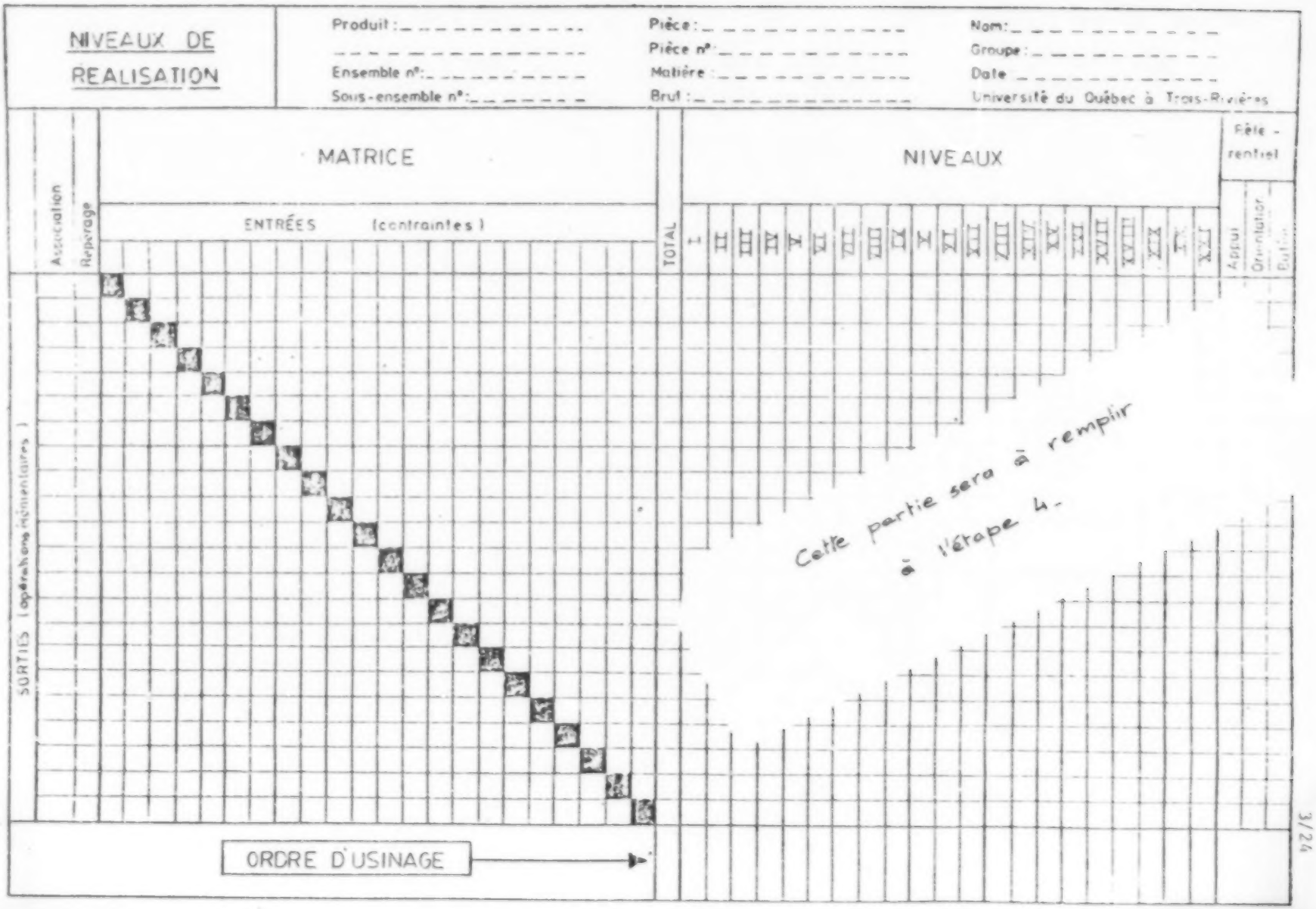
SIMULATION D'USINAGE DES OPERATIONS ELEMENTAIRES

Produit: Bloc en "V"	Pièce: Bride	Nom: A. Marichal - M. Gautier
Ensemble n°: E004	Pièce n°: D402	Groupe:
Sous-ensemble n°:	Matière: SAE 1035	Date: 19 Mai 1982
	Brut: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières

CONTRAINTES D'ANTÉRIORITÉ

Produit: BLOC EM V
Ensemble n°: E 004
Sous-ensemble n°:
Pièce: BRIDE
Pièce n°: D 402
Matière: SAE 1025
Brut: LAS
Nom: A. MARCHAL - M. GAUTIER
Groupe:
Date: 10 MAI 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage		B.E.								B.M.						
		Dimensionnelles		Géométriques						Fabrication					Economiques	
				Orientation			Position									
Association	Opération	Cote	Réf.	//	⊥	∠	⌖	◎	≡	Reprise	Opération	Déformation	Traitement	Diverses	Mainage / Usinage	Commissionnement des opérations de coupe
	B2															
	B4															
	B6															
	1	Cm 1	B2							B2						
	2	20	1							1						
	3	Cm 3	B4							B4						
	4	Cm 4, R12,5	3							3						
	5F/	Cm 2	B6							B6						
	5F	Cm 7	6F/							6F/			T.T.			
	6F/	Cm 6	5F/							5F/						
	6F	$8^{+0,15}_{0}$	5F	0,01/5F						5F			T.T.			
	7F/	$28^{-0,4}_{-0,6}$, 10 Cg	3,1							3,1						
	7F	M8×1,25-7H									7F/					
B,9,10	G	Cm 5, Cm 8, $8^{+0,59}_{+0,4}$	5/1							1,3		1,2				
	TT										1,2,3,4,5F/ 6F/,7F/,7F G					

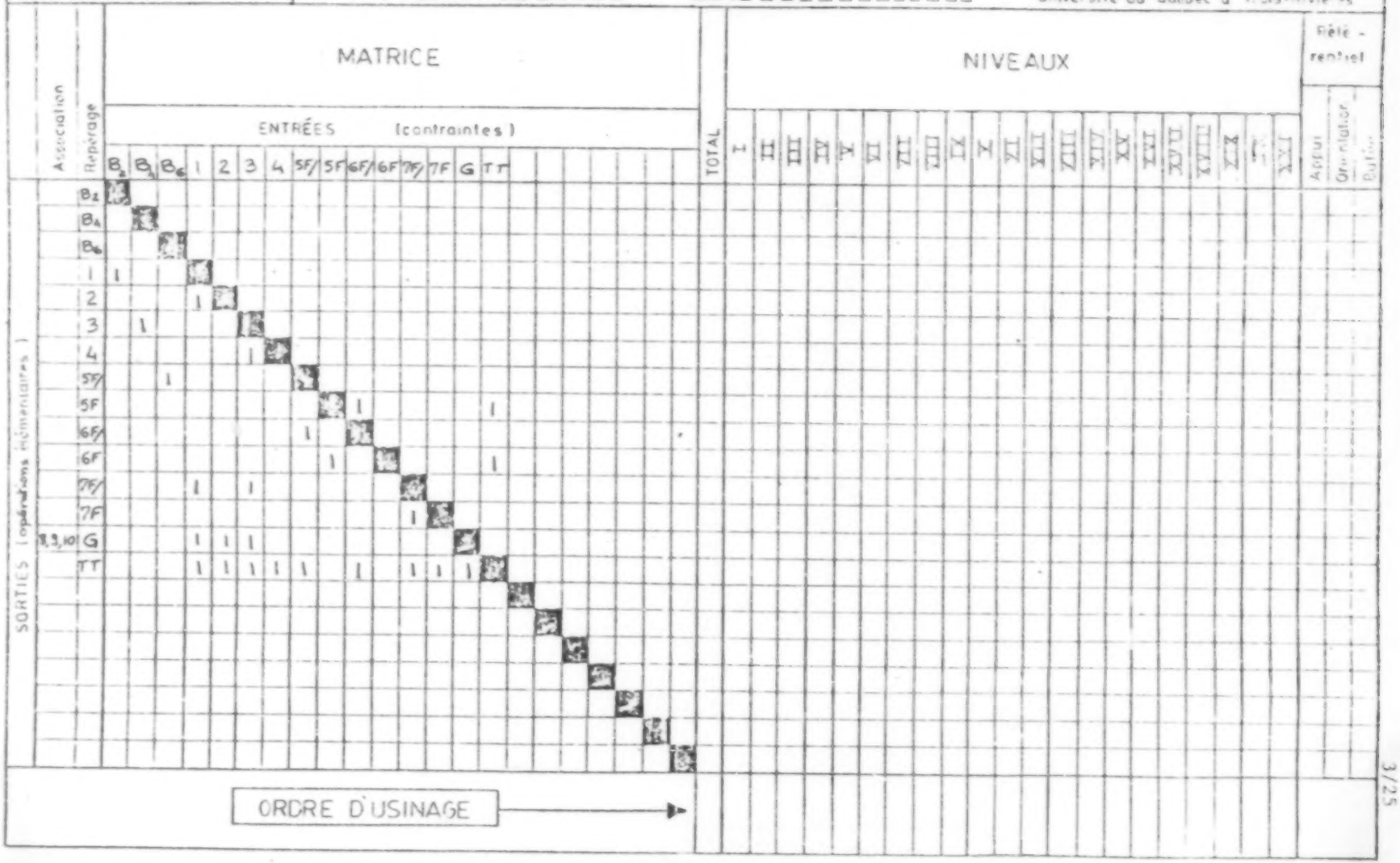

NIVEAUX DE REALISATION
Produit :
Pièce :
Nom :
Pièce n° :
Groupe :
Ensemble n° :
Matière :
Date
Sous-ensemble n° :
Brut :
Université du Québec à Trois-Rivières
MATRICE
NIVEAUX
Fiche - rentiel
ENTRÉES (contraintes)
Assemblage
Repérage
TOTAL
I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII XIII XIV XV XVI XVII XVIII XIX XX XXI
Appui
Orientation
But...
SORTIES (opérations élémentaires)
Cette partie sera à remplir à l'étape 4.
ORDRE D'USINAGE

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :

Pièce : Bride
Pièce n° D 402
Matière : SAE 1035
Brut : L.A.C

Nom : A. Marichal - M. Gautier
Groupe :
Date 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières



ETAPE 4

RECHERCHE DES DIFFERENTES PHASES DE FABRICATION

Suite à l'établissement des contraintes d'antériorité le préparateur doit voir à ordonnancer les opérations élémentaires d'usinage de façon à satisfaire toutes les exigences rencontrées.

Si la pièce ne comporte que très peu de surfaces élémentaires, ce qui est peu probable, l'ordre d'usinage peut être facilement déterminé. Cependant, pour les cas très fréquents de pièces comportant de nombreuses surfaces élémentaires et de nombreuses contraintes, une méthode d'élaboration logique de l'ordre d'usinage sera requise et permettra de répondre à toutes les exigences identifiées à l'étape 3.

1- Tableau des niveaux de réalisation

Ce tableau reconstruit à partir de la matrice mise en place à l'étape 3 (voir tableau 4-1 p.4/3) et permet de déterminer l'ordre des différents usinages.

1-1- Identification des niveaux d'usinage

1-1-1- Niveau "0" (colonne Total)

Dans la colonne "Total" du tableau des niveaux, inscrire le total des contraintes (comptées sur les lignes) correspondant à chaque opération élémentaire (voir tableau 4-2 p.4/4). Par exemple, l'opération élémentaire G doit satisfaire à 3 contraintes d'antériorité (B_6, 1, 2) on inscrit 3 dans la colonne "Total".

Les surfaces brutes ne comportant aucune contrainte d'antériorité, le total correspondant est donc 0.

Tableau 4-1

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : _____ Pièce : _____ Nom : _____

_____ Pièce n° : _____ Groupe : _____

Ensemble n° : _____ Matière : _____ Date _____

Sous-ensemble n° : _____ Brut : _____ Université du Québec à Trois-Rivières

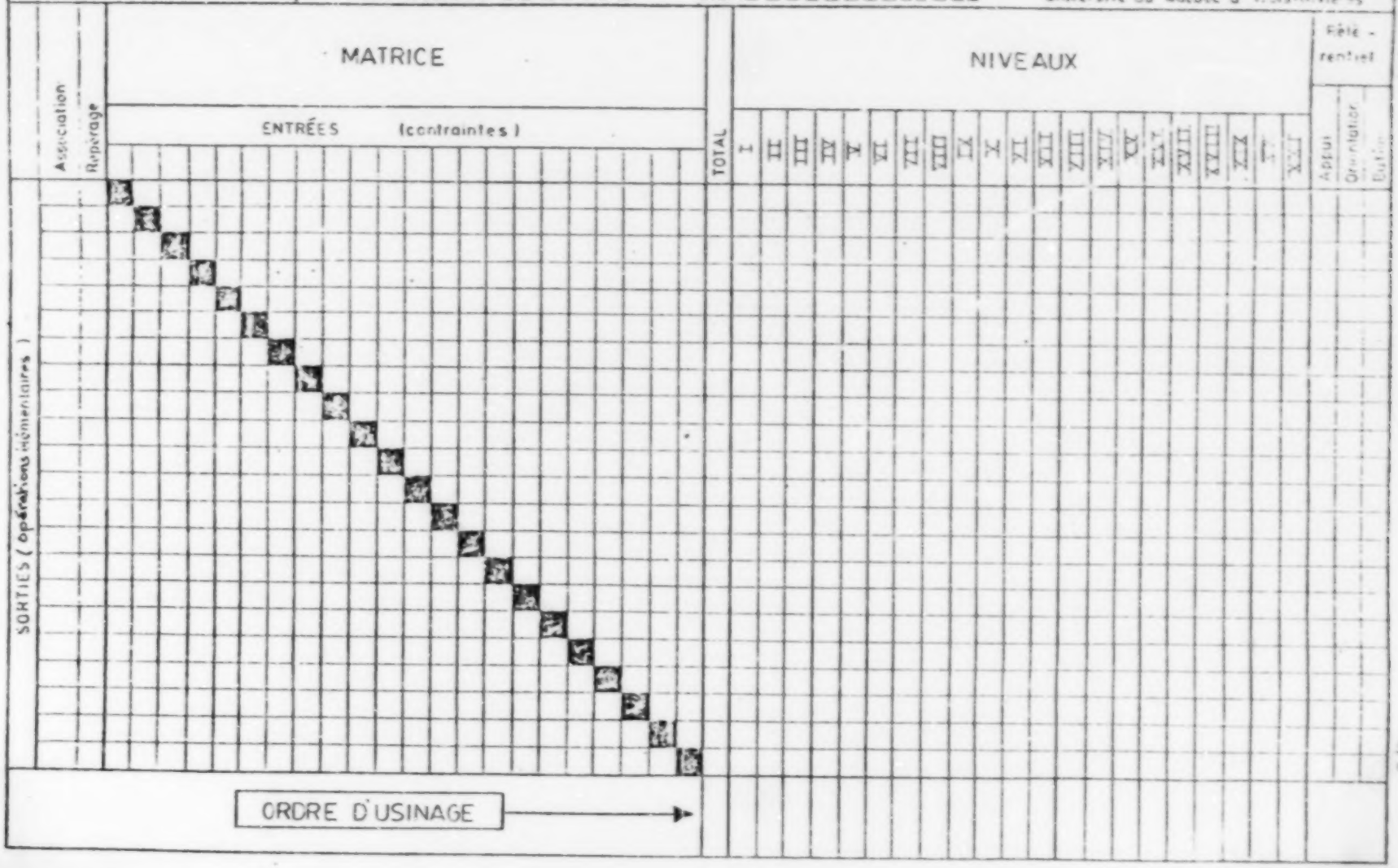


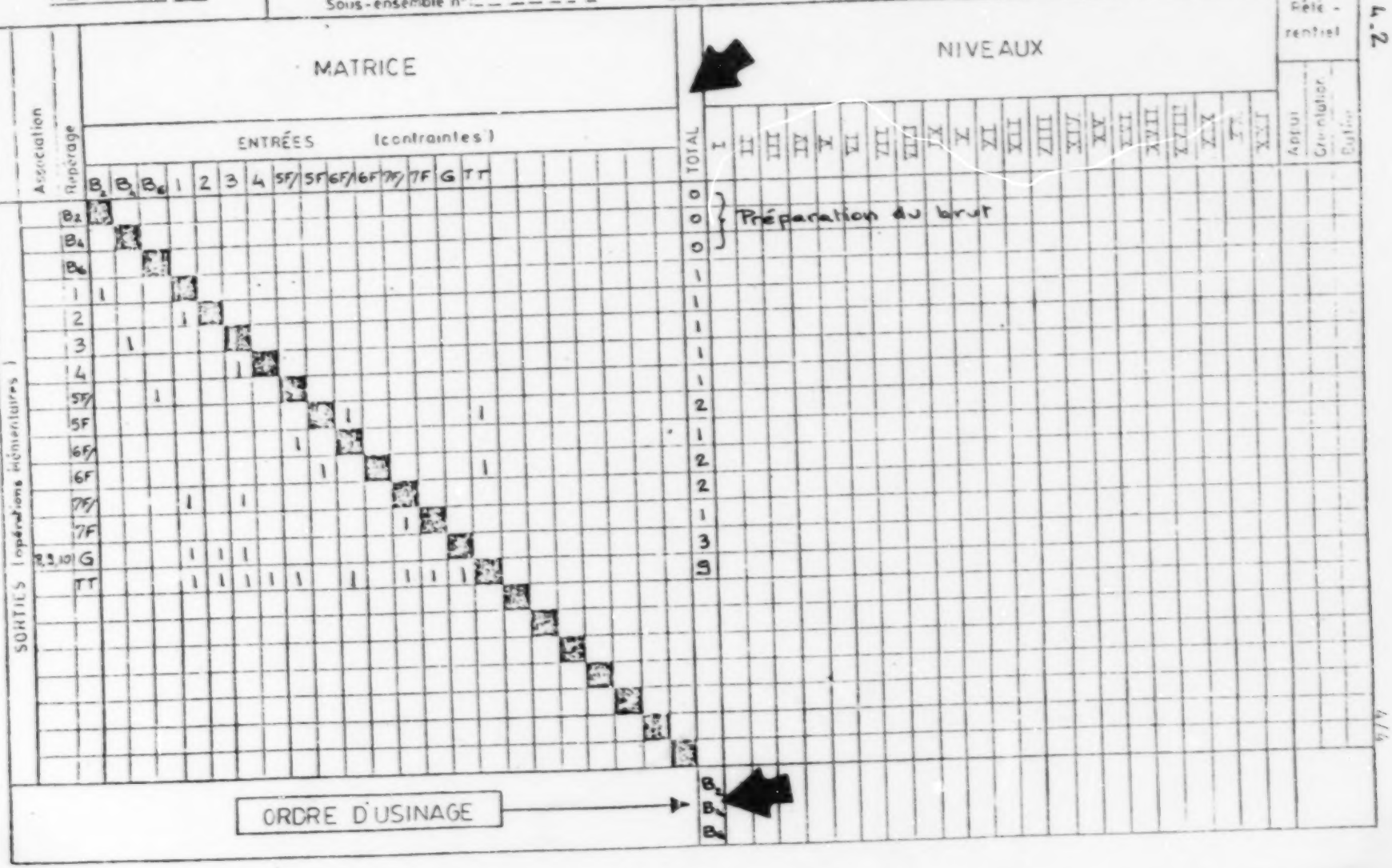
Tableau 4.2

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :

Pièce : Bride
Pièce n° D 402
Matière : SAE 1035
Brut : L.A.C

Nom : A. Marichal - M. Gautier
Groupe :
Date 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières



On inscrit alors au bas de la colonne "Total" les opérations élémentaires ayant 0 contrainte d'antériorité soient les surfaces brutes B_2 B_4 B_6.

Cette 1ère case, correspond au niveau d'usinage 0 qui peut se rapporter à une opération de préparation des surfaces brutes en vue d'un éventuel appui,...

1-1-2- Niveau 1

L'opération de préparation des surfaces brutes étant complétée, elles ne font plus office de contraintes

B_2 n'est plus une contrainte pour 1 — rayer les 1 de la colonne B_2.

B_4 n'est plus une contrainte pour 3 — rayer les 3 de la colonne B_4.

B_6 n'est plus une contrainte pour 5F/ — rayer les 5F de la colonne B_6.

(Voir Tableau 4-3, p.4/6).

Inscrire dans la colonne "Niveau I" les nouveaux totaux des contraintes (comptées sur les lignes) correspondant à chaque opération élémentaire (omettre les "0" de la colonne précédente.)

Les opérations élémentaires ayant "0" contraintes d'antériorité peuvent être réalisées, les inscrire au bas de la colonne niveau I.

Pour notre exemple les opérations 1, 3, 5F/ sont à inscrire dans cette case.

Tableau 4.3

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :

Pièce : Bride
Pièce n° D 402
Matière SAE 1035
Brut L A C

Nom : A. Marichal - M Goutier
Groupe :
Date 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

MATRICE

ENTRÉES (contraintes)

Association	Repérage	B_2	B_4	B_6	1	2	3	4	5F/	5F	6F/	6F	7F/	7F	G	TT	TOTAL	NIVEAUX
	B_2																0	I
	B_4																0	II
	B_6																0	III
	1																1	IV
	2				1												0	V
	3					1											1	VI
	4						1										0	VII
	5F/							1									1	VIII
	5F													1			0	IX
	6F/								1								2	X
	6F									1				1			1	XI
	7F/				1		1										2	XII
	7F											1					2	XIII
8,9,10	G				1	1	1										2	XIV
	TT				1	1	1	1	1		1		1	1	1		1	XV
																	3	XVI
																	3	XVII
																	9	XVIII
																		XIX
																		XX
																		XXI
																		XXII
																		XXIII
																		XXIV
																		I'
																		XXV

SORTIES (opérations élémentaires)

Fiche - rentiel : Apprut, Granulation, Cutter

Réparation du brut

ORDRE D'USINAGE → B_2 1, B_4 3, B_6 5F/

4/6

1-1-3- Niveau II

Les opérations élémentaires réalisées au niveau I ne sont plus des contraintes pour les autres opérations, on peut donc rayer ces contraintes dans la matrice, soit:

1 n'est plus une contrainte pour 2, 7F/, G, TT	rayer les 1 de la colonne 1.
3 n'est plus une contrainte pour 4, 7F/, G, TT	rayer les 1 de la colonne 3.
7F/ n'est plus une contrainte pour 7, TT	rayer les 1 de la colonne 7F/.

(Voir tableau 4-4, p.4/8).

Inscrire dans la colonne "Niveau II" les nouveaux totaux des contraintes (comptées sur les lignes) correspondant à chaque opération élémentaire.

Les opérations élémentaires ayant "0" contraintes d'antériorité peuvent être réalisées, les inscrire au bas de la colonne Niveau II.

Soient les opérations 2, 4, 6F/, 7F/ pour notre exemple.

1-1-4- Autres niveaux

Il suffit de poursuivre la démarche décrite ci-dessus jusqu'à épuisement des opérations élémentaires.

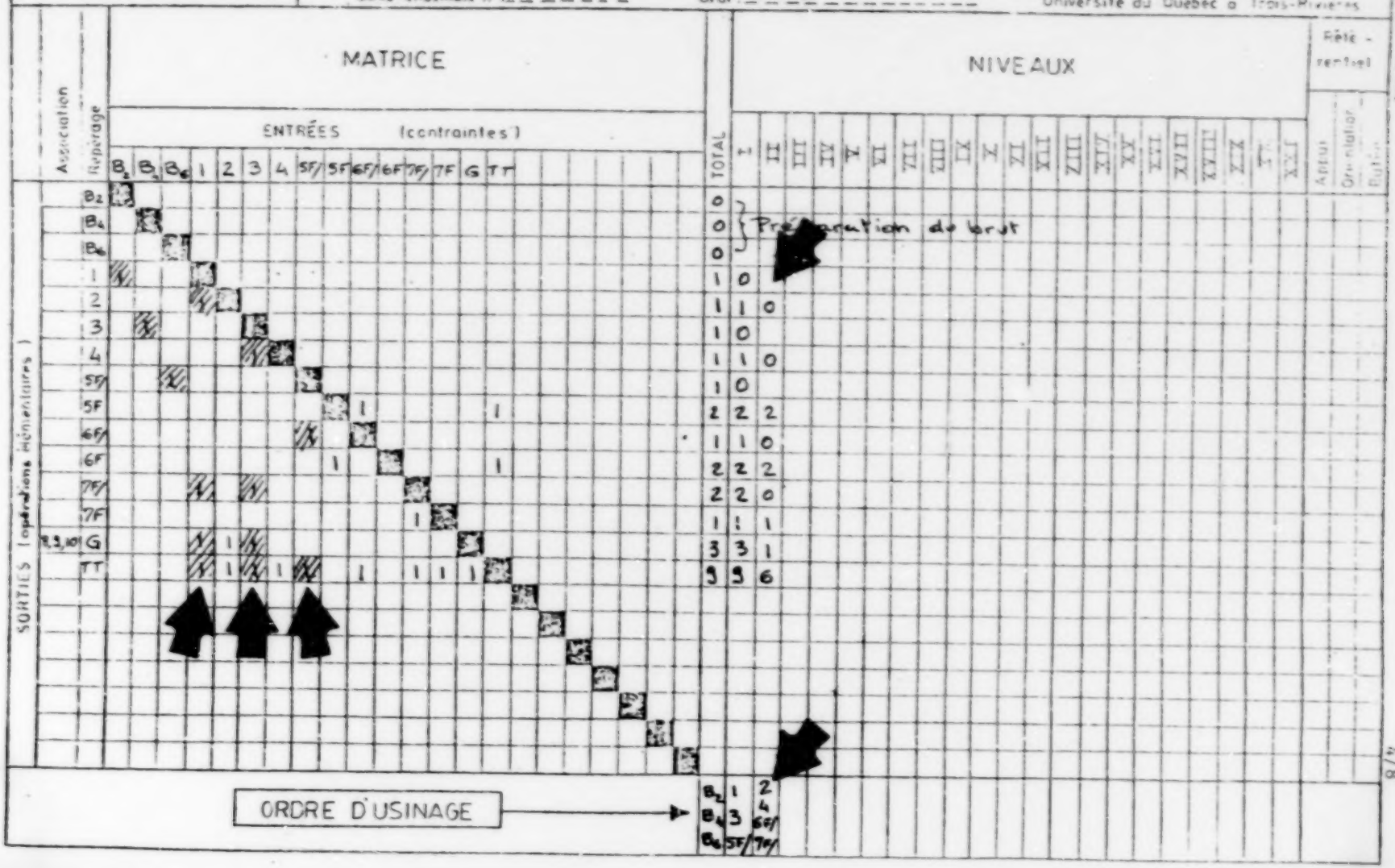
(Voir tableau 4-5, p.4/9).

L'exemple de la bride comporte 6 niveaux d'usinage.

Tableau 4-4

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :
Pièce : Bride
Pièce n° D 402
Matière : SAE 1035
Brut : L.A.C
Nom : A. Marichal - M. Goutier
Groupe :
Date 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

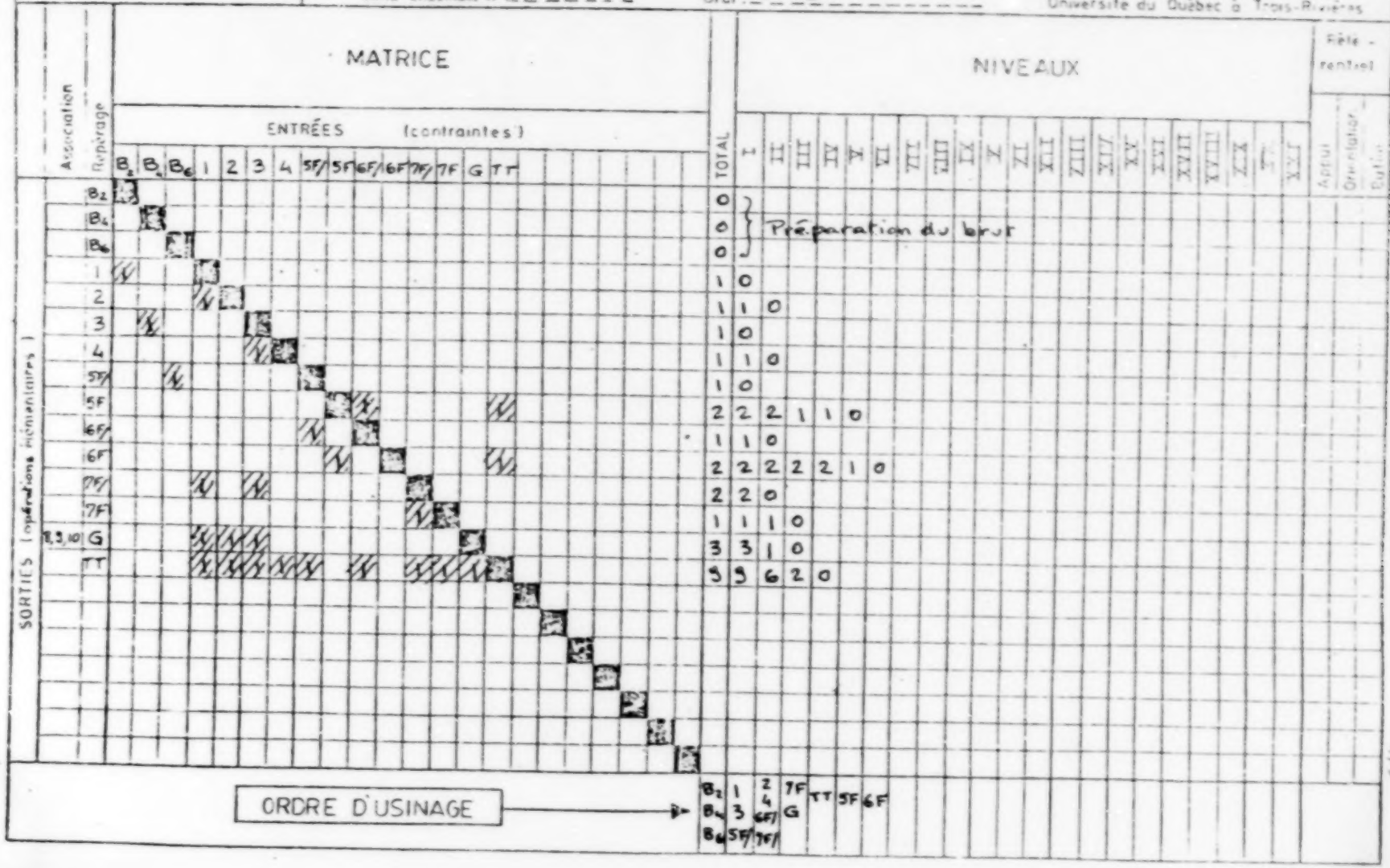


4/8

Tableau 4-5

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Pièce : Bride
Pièce n° D402
Ensemble n° : E 004
Matière : SAE 1035
Sous-ensemble n° :
Brut : L.A.C
Nom : A. Marichal - M. Gautier
Groupe :
Date : 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières



4/9

1-1-5- Remarque

Si dans une colonne de niveau il n'y a aucune opération sans antériorité (pas de 0), donc qui pourrait être réalisée dans ce niveau cela implique soit:

- qu'il existe une liaison surabondante ou contradictoire, il est donc nécessaire de revoir l'analyse des contraintes d'antériorité et l'établissement de la matrice des contraintes.
- qu'il y a incompatibilité des contraintes, on devrait alors trouver une symétrie par rapport à la diagonale.

2- Matrice organisée

- Elle permet de vérifier l'ordre des opérations trouvé dans le tableau des niveaux de réalisation.

- Elle se présente sous la forme d'une matrice (voir tableau 4-6, p.4/11) dans laquelle les opérations élémentaires sont repérées suivant l'ordre d'usinage trouvé au tableau des niveaux.

Ainsi pour la bride du bloc en vé, l'ordre sera:

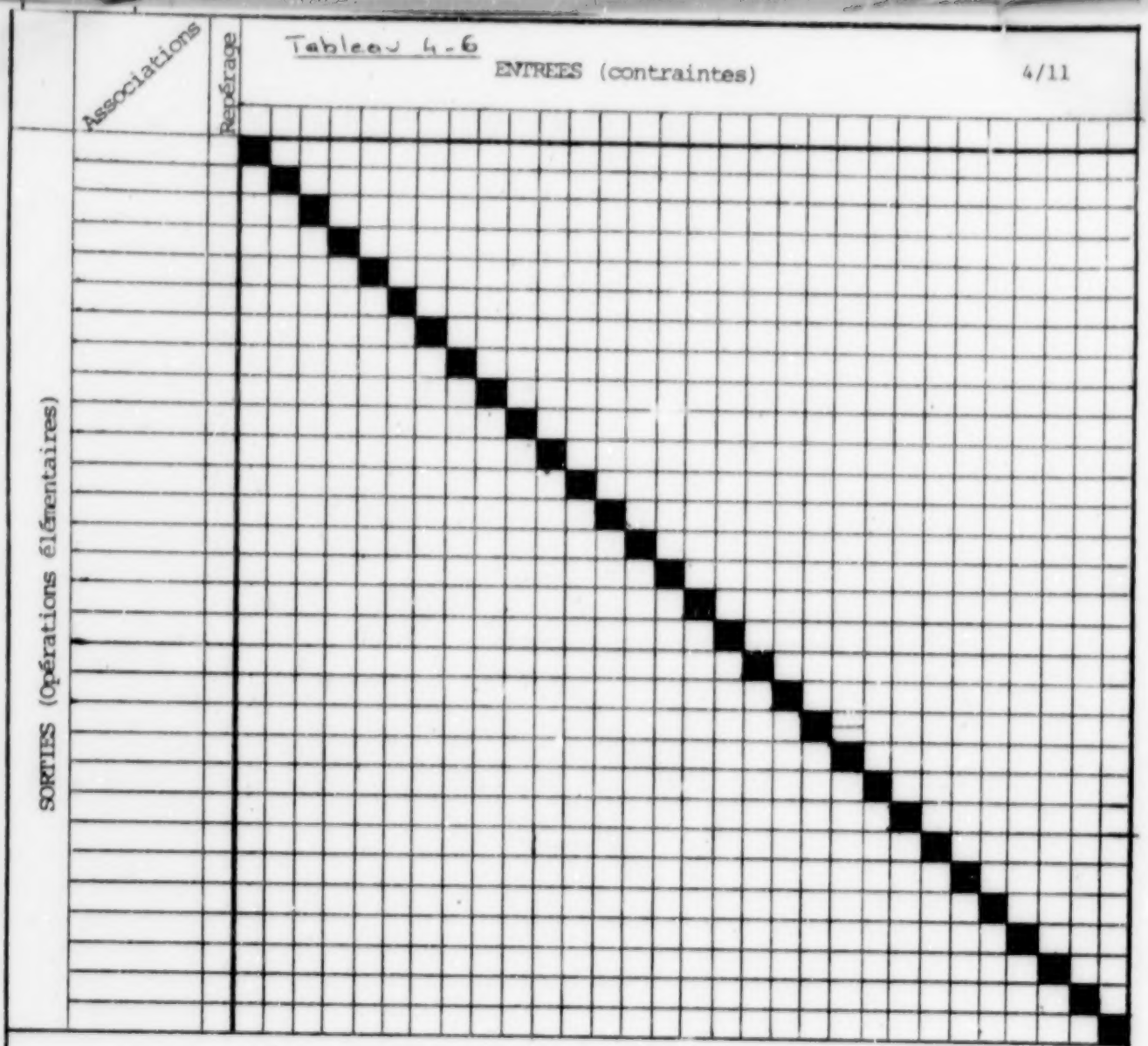
B_2, B_4, B_6, 1, 3, 5F/, 2, 4, 6F/, 7F/, 7F, G, TT, 5F, 6F

(voir tableau 4-7, p. 4/12).

- Comme précédemment (Etape 3, paragraphe 2-4), les "1" correspondent à des contraintes d'antériorité, et, dans la matrice organisée, ils doivent se trouver dans la moitié inférieure gauche par rapport à la diagonale.

Tableau 4-6

ENTREES (contraintes)



MATRICE ORGANISÉE

Produit: _____

_____

Ensemble n°: _____

Sous-ensemble n°: _____

Pièce: _____

Pièce n°: _____

Matière: _____

Brut: _____

Nom: _____

Groupe: _____

Date: _____

Université du Québec à Trois-Rivières

Tableau 4.7

ENTREES (contraintes)

Associations / Repérage	B2	B4	B6	5f	1	6f	2	3	G	7f	7F	4	TT	5F	6F
B2															
B4															
B6				1											
5f															
1	1														
6f				1											
2					1										
3		1													
G					1		1	1							
7f					1			1							
7F									1						
4								1							
TT				1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5F						1							1		
6F													1	1	

SORTIES (Opérations élémentaires)

MATRICE ORGANISÉE

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride

Pièce n°: D 402

Matière: SAE 1035

Brut: L.A.C

Nom: A. Marichal - M. Gautier

Groupe:

Date: 19 Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

- Un "1" apparaissant dans la moitié supérieure droite correspond à une anomalie dans le processus de fabrication provenant soit d'une erreur, d'un oubli ou d'une surabondance qui apparaît sur les documents suivants:

. Dessin de définition

. Matrice des contraintes

. Tableau des niveaux.

3- Graphe ordonné des liaisons

Ce graphe (voir tableau 4-8, p.4/14) reprend l'ordre d'usinage identifié sur le tableau des niveaux (Etape 4- paragraphe 1) et le complète, les antériorités étant indiquées par des flèches (voir tableau 4-9, p.4/15) pour la bride du bloc en vé.

Par exemple:

- Les opérations élémentaires 2, 4, 6F/, 7F/ apparaissent au niveau II.
- 1 est une opération antérieure à 2 (flèche de 1 à 2)
- 2 est une opération antérieure à G (flèche de 2 à G).

Le tableau reprend aussi les usinages possibles identifiés au paragraphe 5 de l'étape 2.

Ce graphe est un tableau synthèse, il permet de visualiser le processus d'usinage et facilitera le regroupement des opérations élémentaires en phases d'usinage.

NIVEAUX	Tableau 4.8 OPERATIONS ELEMENTAIRES	USINAGES POSSIBLES
0		
I		
II		
III		
IV		
V		
VI		
VII		
VIII		
IX		
X		

GRAPHE ORDONNE DES LIAISONS

Produit: _____

_____

Ensemble n°: _____

Sous-ensemble n°: _____

Pièce: _____

Pièce n°: _____

Matière: _____

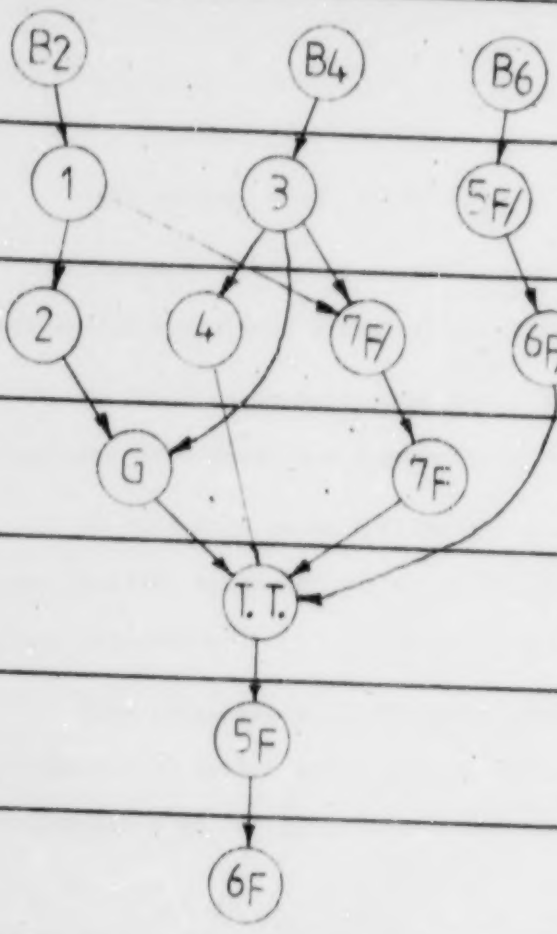
Brut: _____

Nom: _____

Groupe: _____

Date: _____

Université du Québec à Trois-Rivières

NIVEAUX	Tableau 4.9 OPERATIONS ELEMENTAIRES	4/15 USINAGES POSSIBLES
0		
I		Fraisage Rabotage
II		2 : Frais., Rabot. 4 : Fraisage 7F/: Perçage 6F/: Frais., Rabot.
III		G : Fraisage { forme / bout 7F: Perçage, manuel
IV		T.T.: Trempe
V		Rectification
VI		Rectification
VII		
VIII		
IX		
X		

GRAPHE ORDONNE DES LIAISONS

Produit: Bloc en "V"
Ensemble n°: E 004
Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride
Pièce n°: D 402
Matière: SAE 1035
Brut: L.A.C.

Nom: A. Marichal - M. Gauthier
Groupe:
Date: 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

4- Groupements en phases

Voir tableau 4-10 , p. 4/17.

Commencer à remplir le tableau en indiquant pour chaque niveau les opérations élémentaires correspondantes.

En fonction du parc machines et des conditions économiques, regrouper les opérations élémentaires en phases d'usinage.

On peut être amené à effectuer plusieurs groupements en phases pour choisir, après réflexion, celui qui paraît le plus satisfaisant. (Voir tableaux 4-11 et 4-12, p. 4/18 et 4/19 pour la bride du bloc en V6).

Pour cette pièce, parmi les 2 groupements proposés le 1er a été retenu car il permet des prises de pièces plus simples ainsi que l'utilisation d'un outillage plus classique donc moins onéreux.

NIVEAUX	Tableau 4.10 OPERATIONS ELEMENTAIRES	4/17
0		
I		
II		
III		
IV		
V		
VI		
VII		
VIII		
IX		
X		

Phase 10:

GROUPEMENT EN PHASES

Produit: _____

_____

Ensemble n°: _____

Sous-ensemble n°: _____

Pièce: _____

Pièce n°: _____

Matière: _____

Brut: _____

Nom: _____

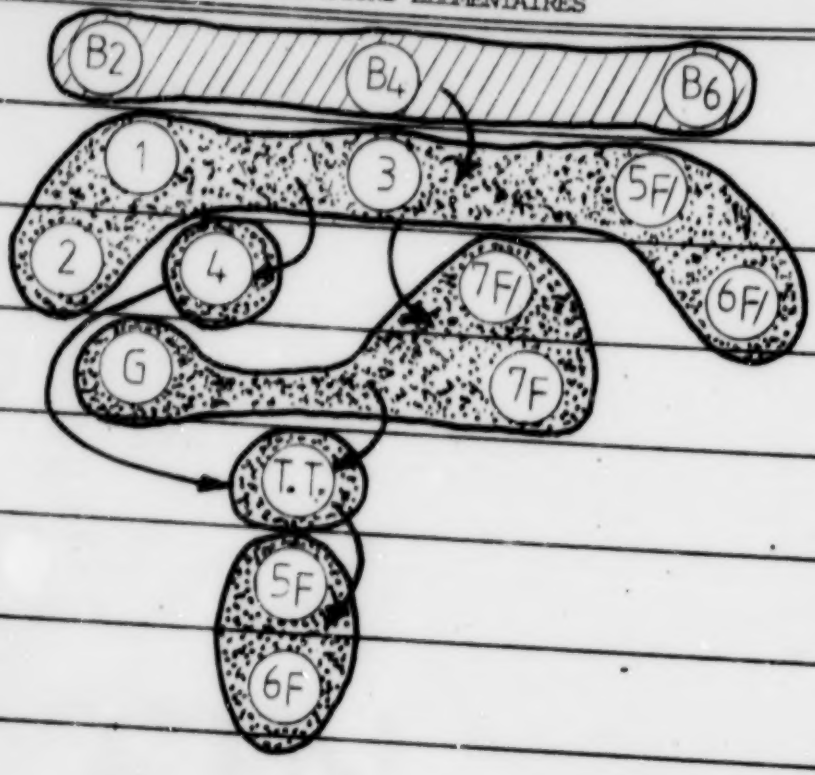
Groupe: _____

Date: _____

Université du Québec à Trois-Rivières

Tableau 4-II

OPERATIONS ELEMENTAIRES



Phase 10: Préparation des bruts
Phase 20: 5F/, 1, 6F/, 2, 3, Fraisage (vert.)
Phase 30: G, 7F/, 7F Fraisage-Perçage
Phase 40: 4 Fraisage (horizontal)
Phase 50: T.T. Trempe
Phase 60: 5F, 6F, Rectification

GROUPEMENT EN PHASES (1)

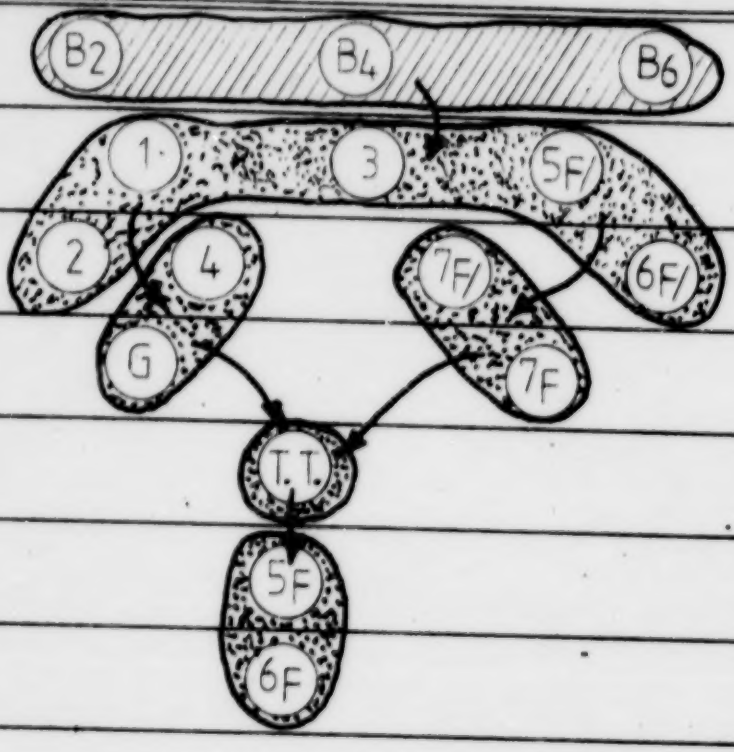
Produit: Bloc en "Y"
Ensemble n°: E 004
Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride
Pièce n°: D 402
Matière: SAE 1035
Brut: L.A.C.

Nom: A. Maréchal - M. Gautier
Groupe:
Date: 19 Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

NIVEAUX	Tableau 4.12 OPERATIONS ELEMENTAIRES 4/19
0	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	



Phase 10: Préparation des bruts

Phase 20: 5F/, 1, 6F/, 2, 3, Fraisage (vert.)

Phase 30: 4, G, Fraisage (horizontal) (fraise de forme spéciale ou montage délicat)

Phase 40: 7F/, 7F Perçage-taraudage

Phase 50: T.T. Trempe

Phase 60: 5F, 6F Rectification

GROUPEMENT EN PHASES (2)

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°: —

Pièce: Bride

Pièce n°: D 402

Matière: SAE 1035

Brut: L.A.C.

Nom: A. Marichal-M. Gauthier

Groupe:

Date: 19 Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

Avertissement

L'étape 5 apparaît comme une étape synthèse.
Malgré le manque de temps, nous nous sommes efforcés de présenter ce document, il n'est pas dans sa forme définitive. Nous espérons que le lecteur voudra bien nous excuser.

ETAPE 5

ELABORATION DE LA GAMME

Se décompose:

1- Elaboration du projet de gamme (Etape 5A)

2- Calcul des cotes (Etape 5B)

3- Positionnement isostatique (Etape 5C)

4- Rédaction de la gamme de fabrication (Etape 5D)

1- Elaboration du projet de gamme (Etape 5A)

Nous avons établi à l'étape 4 l'ordre chronologique des opérations groupées en phases, nous reprendrons cet ordonnancement des phases qui servira d'ossature à notre projet de gamme qui devra comprendre:

- le repérage en - phases
  - sous-phases
  - opérations
- désignation des - phases
  - sous phases
  - opérations
- équipement nécessaire et disponible pour:
  - fabrication
  - contrôle
- Un croquis de fabrication pour chaque opération représentant la pièce en position d'usinage, précisant les surfaces de reprises et à réaliser ainsi que les cotes à obtenir lors de l'opération.

Décomposition d'un travail:

1. Gamme de fabrication

Suite ordonnée des opérations nécessaires à l'exécution d'un travail.

2. Phase

La phase est l'ensemble du travail exécuté à un même poste de travail on a une même machine avec ou sans démontage de la pièce.

Il y aura donc autant de phases que de changements de machine ou de poste de travail même si la machine est rigoureusement identique à la précédente.

3. Sous-phase

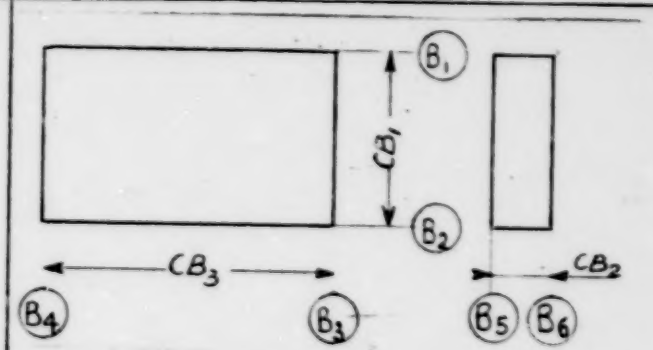
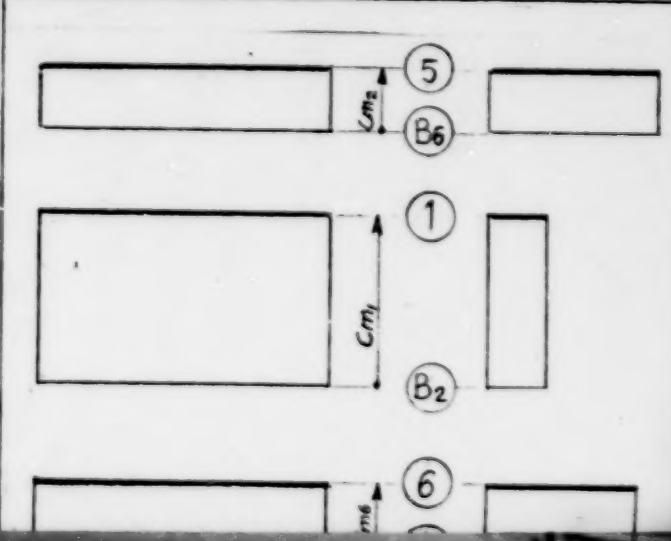
La sous-phase est constituée par tout le travail réalisé dans la même phase sans démontage de la pièce. Il y aura autant de sous-phase que de prises de la pièce sur la machine.

4. Opération élémentaire

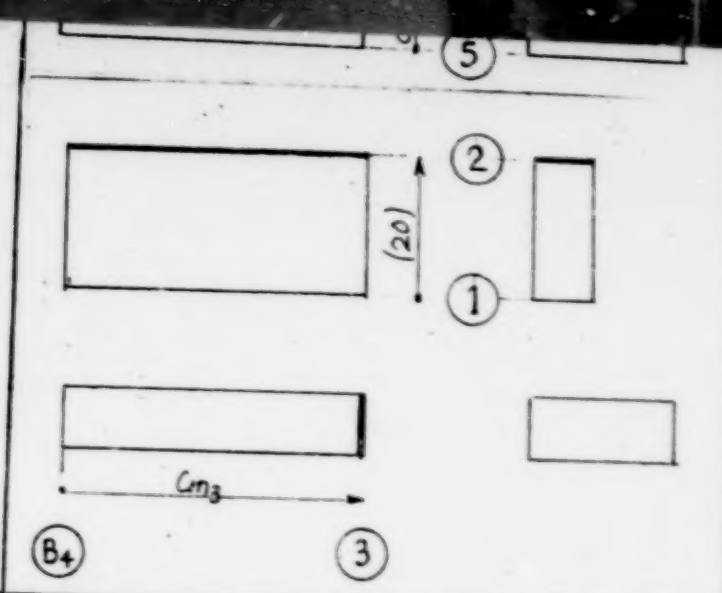
L'opération élémentaire est la réalisation d'une ou de plusieurs surfaces élémentaires effectuées sur un même poste de travail, avec un même outil ou ensemble d'outils, sans démontage de la pièce ni de l'outil.

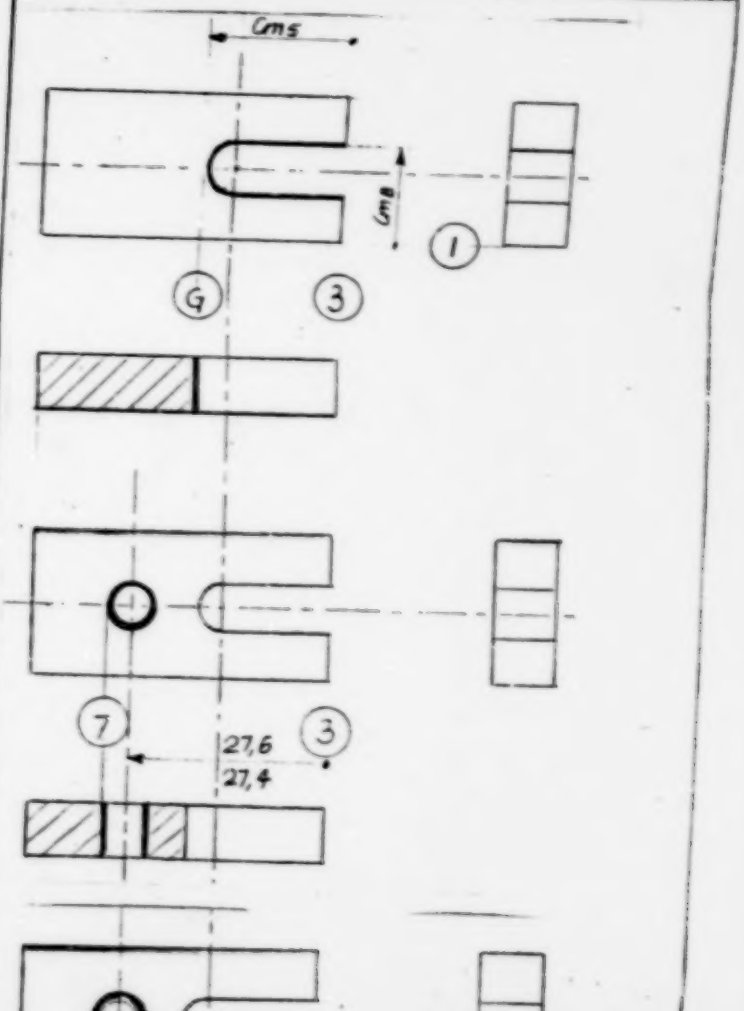
PROJET DE GAMME

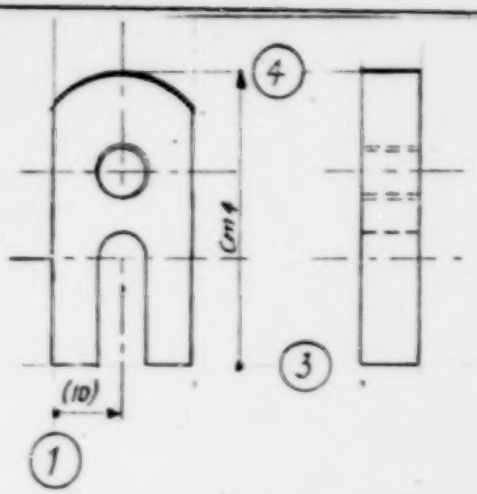
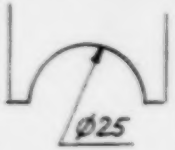
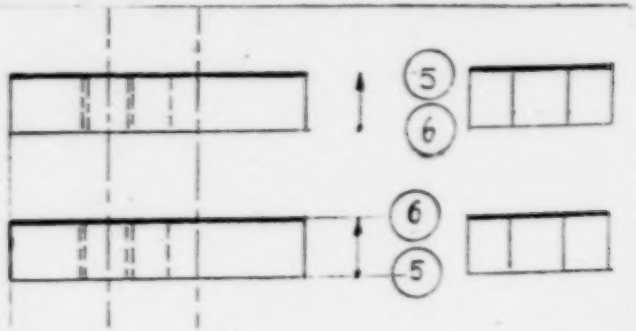
Produit : Bloc en "V" | Pièce : Bride | Nom :
Pièce n° D 402 | Groupe :
Ensemble n° : E 004 | Matière : SAE 1035 | Date : 10 Mai 1982
Sous-ensemble n° : | Brut : LAC | Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage phase	Repérage sous phase	Repérage opération	Désignation	Moyens de production : poste de travail	Moyens de production : outillages appareillages montages	Moyens de production : contrôle	Croquis de phase
10			**PREPARATION DU BRUT**				
	A		Ebarbage	Reception du brut	Meuleuse		
	B		Contrôle du brut			Regle	
20			**FRAISAGE**				
	A		F/ de 5	Fraiseuse verticale	Fraise cylind. 2 tailles D=32 Z=6 Etau Std	Pied à coul.	
	B		F de 1				
	C		F/ de 6				

	D	F de 2					
	E	F de 3					
30		FRAISAGE PERCAGE TARAUDAGE					
	A	F de G (8,9,10)	Fraiseuse verticale "GORTON"	Fraise cylind. 2 tailles D=9 z=4 rectifiée $\frac{8,54}{8,4}$ Etau	Pied à coul.		
	B	F/ de 7		Foret a queue cylind. série courte d=6,75			
	C	F de 7		Taraud M8x1.25-7H			





40			FRAISAGE				
	A		F de 4	Fraiseuse horizontale	Fraise de forme concave 	pied à coul.	
50			TREMPE	Mat'l SAE 1035 LAC Durcir : 40-45 HRc			NB: protection de la surface filetée
60			RECTIFICATION				
	A		F de 5	Rectifieuse plane	Meule type NORTON 38 A46 H8VG D=200 C=20	Palmer 0-25	
	B		F de 6				

Les cotes d'usinage

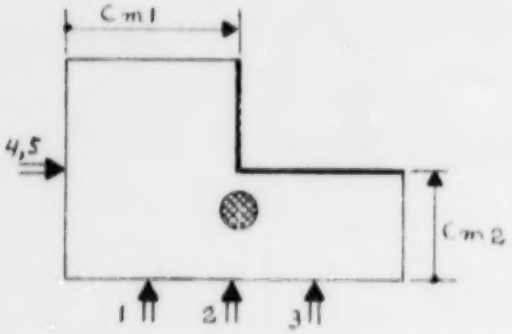
On distingue:

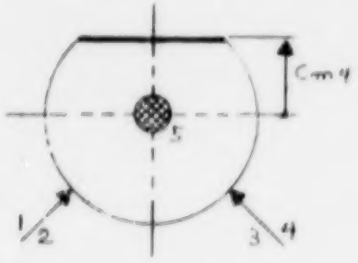
- Les cotes-machine (cm)
- Les cotes-outils (co)
- Les cotes-appareillage (Ca)

- Cote-machine (cm)

Une cote-machine est une cote obtenue entre une surface de mise en position (définie par les appuis) et le plan de travail (ou trajectoire) de l'outil.

Exemple:



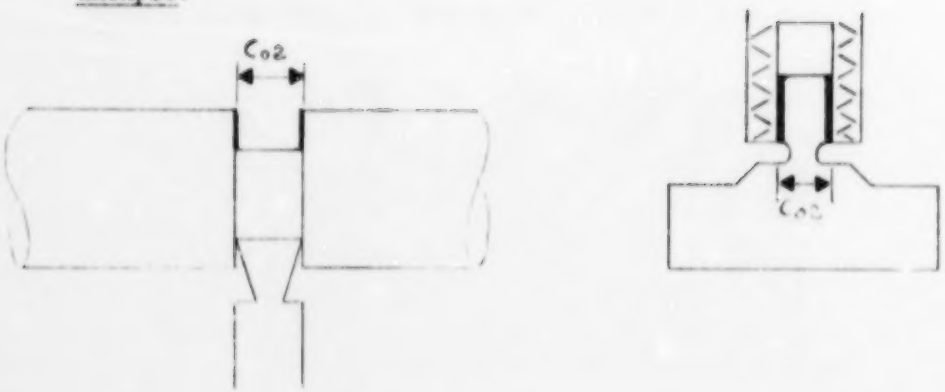


- Cote-outils (co)

Une cote-outil est une distance obtenue:

- directement par la dimension de la partie active de l'outil (forêt, outil à tronçonner, etc.)
- par l'association de deux ou plusieurs outils sur un même porte-outil.

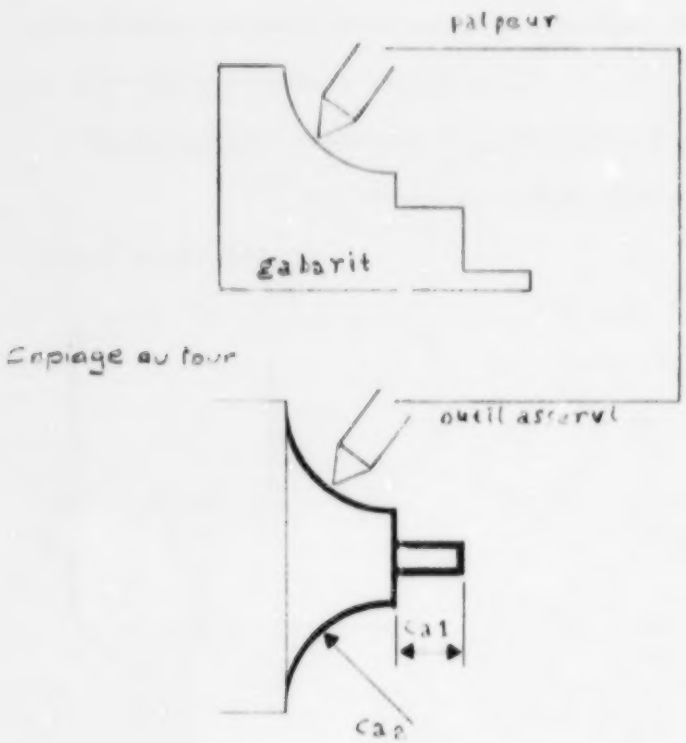
Exemple:



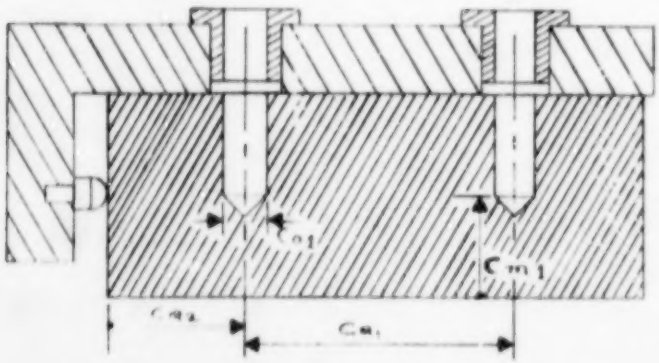
- Cote-appareillage (ca)

C'est une cote qui est obtenue par des accessoires, la valeur de cette cote dépend donc de l'appareillage utilisé (montage de perçage, gabarit de copiage, etc.)

Exemple:



Exemple récapitulatif: perçage de 2 trous au gabarit.

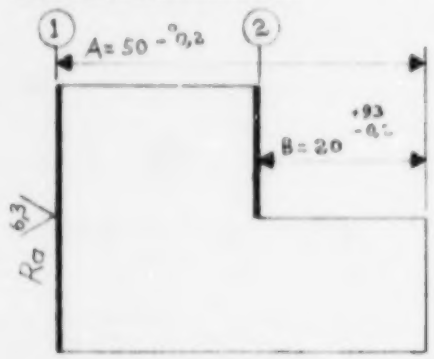


Mécanisme de transferts de cotes

Le transfert de cotes est un moyen de calcul permettant la détermination des cotes utiles à la fabrication, on fait un transfert de cotes chaque fois que l'on ne peut installer l'outil en cote directe ou que l'on cherche à regrouper dans une même opération ou sous-phase plusieurs usinages.

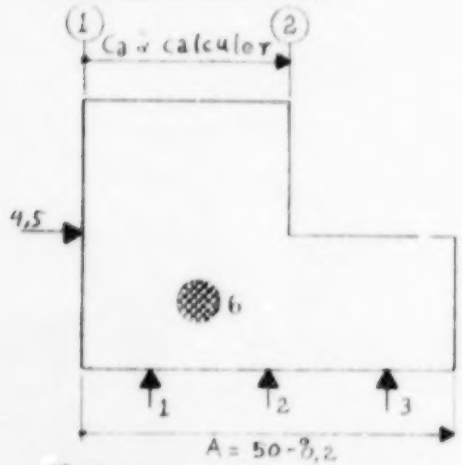
Inconvénient : réduisent toujours les I.T., donc demande souvent des moyens d'usinage plus précis donc plus couteux.

Dessin de définition:



La cote B ne peut pas être installée par rapport au système de mise en position (4,5 orientation)

Dessin de fabrication:



La cote B est supprimée et est remplacée par la cote C à calculer.

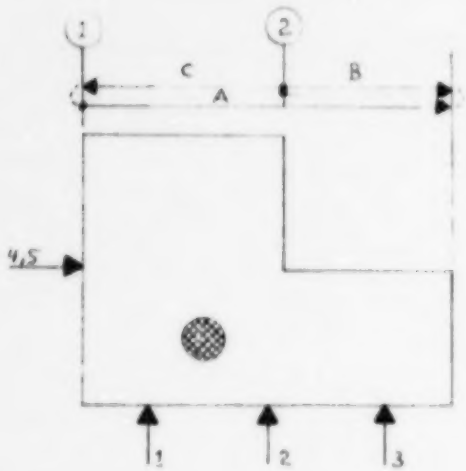
Règles:

1- La cote supprimée devient résultante de la chaîne de cotes.

2- L'intervalle de tolérance de la cote résultante est égal à la somme des intervalles des tolérances des cotes composantes.

IT_R IT_C

3- Conventionnellement le sens positif est donné à la résultante



B sera Maximum quand:

- A sera Maxi
- C sera Mini

BMax = A Max - C Min

20,3 = 50 - C Min

C min = 29.7

B sera minimum quand:

- A sera Mini
- C sera Maxi

B Mini = A mini - C maxi

19,8 = 49.8 - C Maxi

C Max = 30

$IT_C = IT_B - IT_A$

$IT_C = 0,5 - 0,2 = 0,3$

Par le tableau des Max et mini

Rep.	Maxi	Mini	IT
A	50	49.8	0,2
B	20,3	19,8	0,5
C	30	29,7	0,3

$IT_C = IT_B - IT_A$

NB: Un vecteur R sera Maxi si les vecteurs composants de même sens sont maxi et de sens contraire mini.
Un vecteur R sera Mini si les vecteurs composants de même sens sont mini et de sens contraire Maxi.

Transfert de cotes angulaires

La méthode employée est identique, il ne faudra cependant plus considérer les cotes elles-mêmes mais leur projection sur des axes orthogonaux.

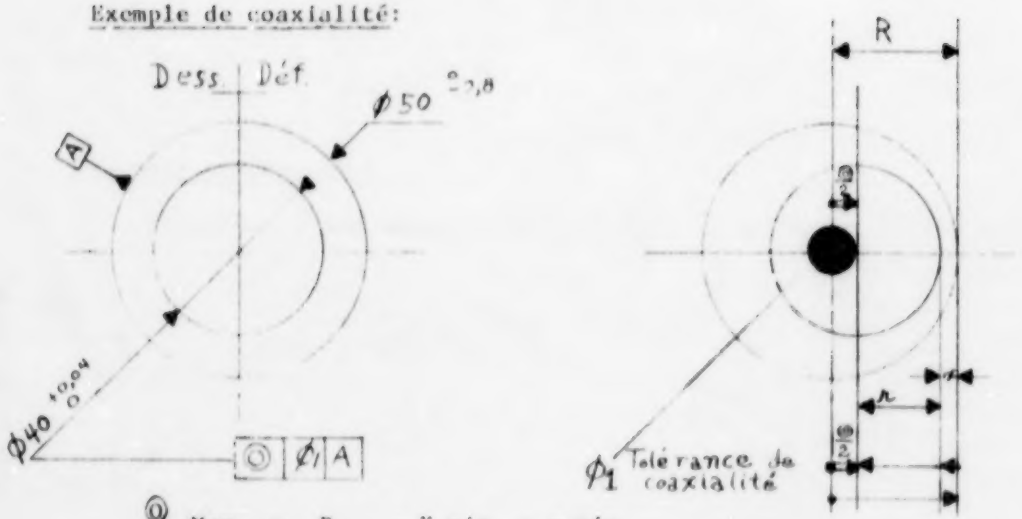
Transferts géométriques

A. de position - localisation

. - coaxialité

- symétrie

Exemple de coaxialité:



$\frac{\varnothing}{2}$ Max = R_{Max} - X min. - r min

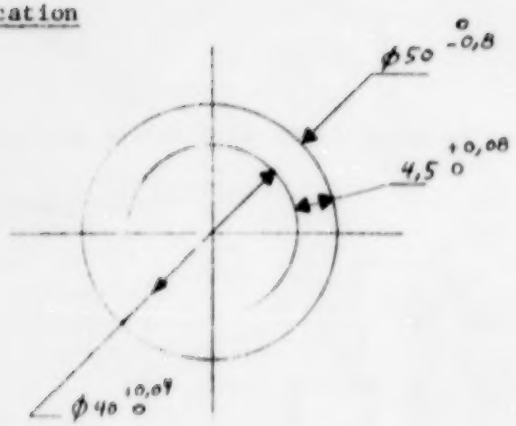
0,5 = 25 - X min - 20 $\Rightarrow$ X min = 4,5

$\frac{\varnothing}{2}$ Min = R min - X M_{in} - r_{Max}

0 = 24,6 - XM_{in} - 20,02 $\Rightarrow$ XM_{in} = 4,58

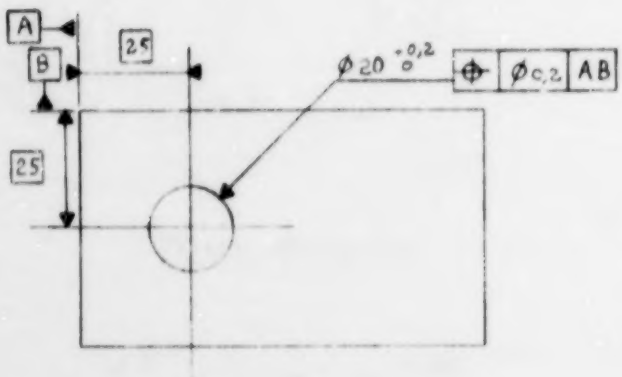
Vérif: IT $\frac{\varnothing}{2}$ = 0,5 = 0,4 + 0,02 + 0,08

Dessin fabrication

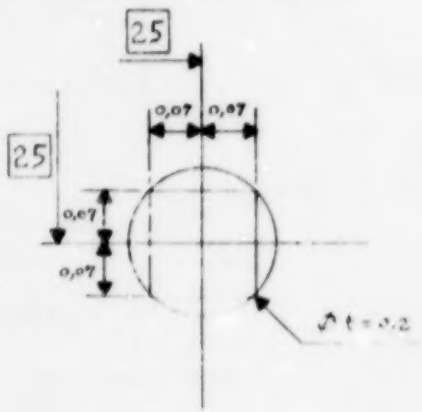


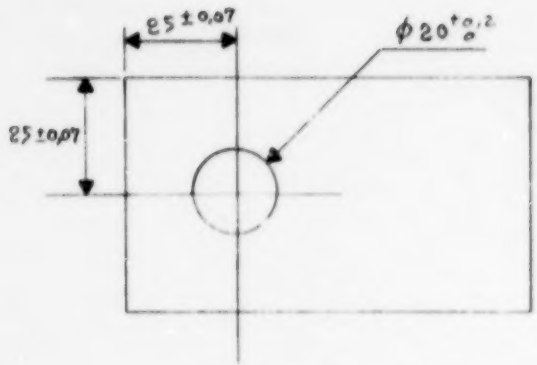
Exemple de position:

Transfert d'une exigence de position en exigence dimensionnelle.



Dessin définition



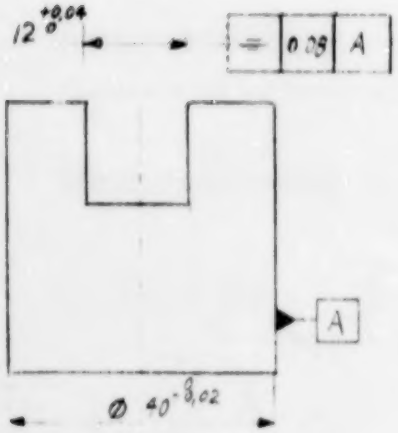


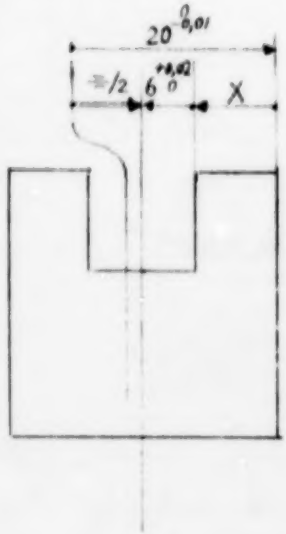
Dessin fabrication.

Exemple de symétrie

Transfert d'une exigence de symétrie en exigence dimensionnelle.

Dessin définition



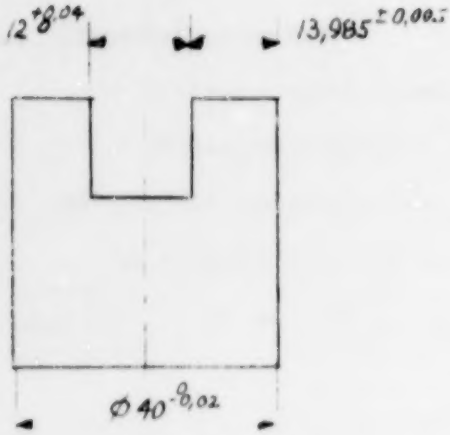


$=/2 = 0^{\pm 0,02}$

$=/2\ Max = 20 - Xmini - 6 - 0,02$

$Xmini = 13,98$

Dessin fabrication



$=/2\ mini = 19,99 - X\ Maxi - 6,02 = -0,02$

$X\ Maxi = 13.99$

$$X = 13.985^{\pm 0,005}$$

A. D'Orientation - inclinaison

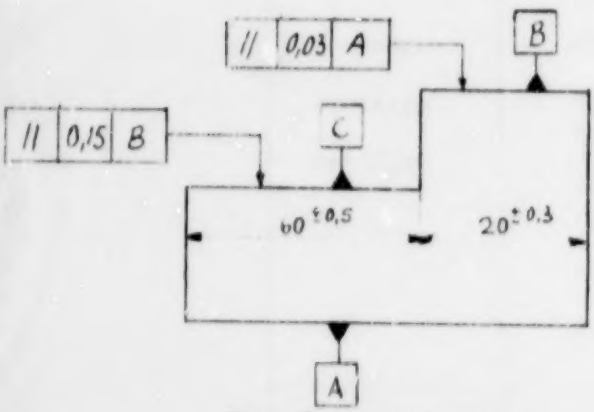
- parallélisme

- perpendicularité

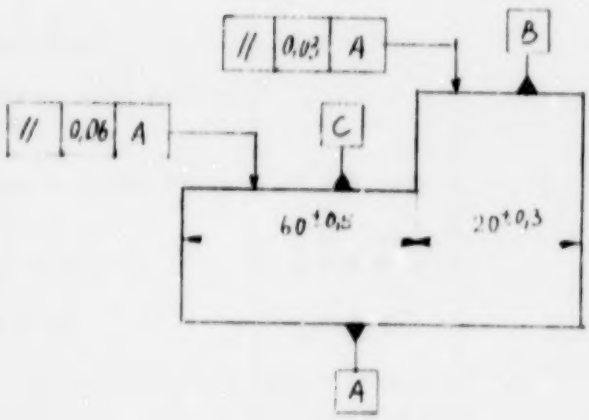
Exemple parallélisme

Transfert de référentiel

Dessin de définition



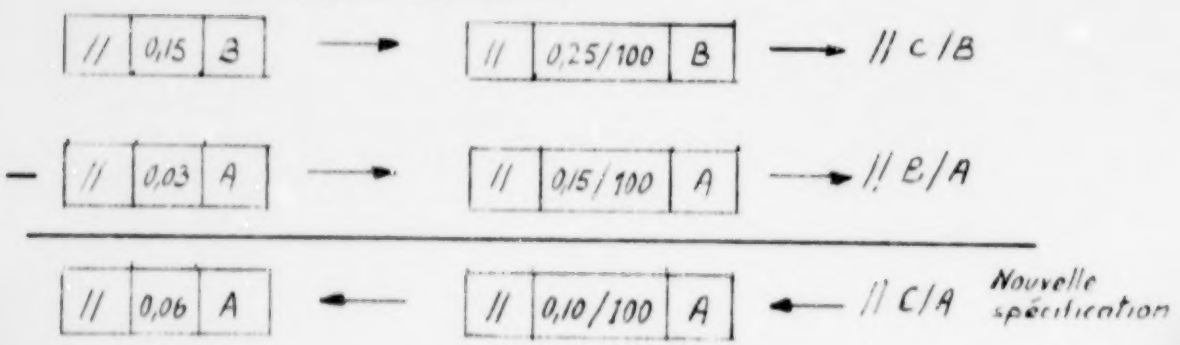
Dessin de fabrication



Transfert parce que:

- Surface d'appui B pour usiner C est petite
- Nécessité d'employer un montage spécial

NB: Il faut travailler avec des tolérances rapportées à la même unité de longueur (ici 100 mm).



Calcul des surépaisseurs

Pour calculer les surépaisseurs d'usinage nous devrons tenir compte: 1- copeau minimum

2- des I.T. réalisables sur les M-O employées

3- des modes d'élaboration du brut.

1- Copeau minimum

Valeurs usuelles des copeaux minima		
Mode d'usinage	Opérations	Copeau minima
Tournage Fraisage Rabotage	Ecroutage	1,5 à 3
	Ebauche sans écroutage	1
	Ebauche après écroutage	0,3 à 0,7
	Demi finition	0,2 à 0,4
	Finition	0,1 à 0,3
Rectification	Finition	0,05 à 0,15
Rodage	Finition	0,03
Brochage	Finition	0,05

2- I.T. réalisables sur les M-O employées

Valeurs usuelles de tolérances économiques			
Mode d'usinage	E	F/	F
Sciage	2	-	-
Tournage-fraisage	0,5	0,25	0,05
Rabotage	0,5	0,25	0,1
Percage	0,4	0,2	0,1
Alésage outil	0,3	0,15	0,03
Alésage Alésoir	0,2	0,1	0,02
Rectification	0,2	0,05	0,01
Brochage	0,1	0,03	0,01
Rodage	--		0,005

3- Mode d'élaboration du brut

Pour des pièces dont la longueur n'excède pas 350mm.

L pour cote peu précise

A pour cote moyennement précise

B pour outillage de précision

D dimension considérée

Procédé de brut	IT économique obtenu
Moulage en sable	
L	$IT = 2 + \frac{2d}{100}$
A	$IT = 1 + \frac{1,5d}{100}$
B	$IT = 1 + \frac{d}{100}$
Moulage en carapace ou masque	$IT = 0,4 + \frac{d}{100}$
Moulage en cire perdue ou polystyrène	$IT = 0,25 + \frac{5d}{1000}$
Moulage en sable des alliages légers	$IT = 1,5 + \frac{5d}{1000}$
Coulée en coquille par gravité des alliages légers	$IT = 0,5 + \frac{4d}{1000}$
Coulée en coquille sous pression du zinc et alliages légers	Cotes larges $IT = 0,15 + \frac{3d}{1000}$ Cotes précises $IT = 0,1 + \frac{2d}{1000}$
Matriçage Estampage et dérivés	$IT = 1 + \frac{d}{100}$
Barres laminées à chaud	$IT = 0,7 + \frac{2d}{100}$
Barres filées alliages légers	$IT = 0,5 + \frac{8d}{1000}$
Barres étirées à froid	IT normal h10 ou 11 IT réduit h9 ou 10

N.B. 1) pour le calcul des surépaisseurs de brut provenant d'un moulage au sable, on peut également se servir du tableau I-1

2) Les valeurs de tolérances économiques pour usinage ne sont qu'à titre indicatif; en fait on devra tenir compte de l'état des machines utilisées, la qualification du personnel, etc...

3) La même remarque peut se faire pour les copeaux minima.

3- Positionnement isostatique (Etape 5C)

Un solide dans l'espace possède 6 degrés de liberté

- 3 translations:
  - 1 translation sur OX
  - 1 translation sur OY
  - 1 translation sur OZ
- 3 rotations:
  - 1 rotation autour de OX
  - 1 rotation autour de OY
  - 1 rotation autour de OZ

Un solide sera positionné par rapport au référentiel OXYZ quand les 6 degrés de liberté seront éliminés par l'intermédiaire de contacts.

On schématise chaque contact par un vecteur normal à la surface considérée.

Une mise en position est isostatique si:

- Le nombre de normales est égal au nombre de degrés de liberté à éliminer.
- Chacune des normales contribue à éliminer un degré de liberté.

Disposition des normales de repérage

1- Six normales relatives à 3 plans

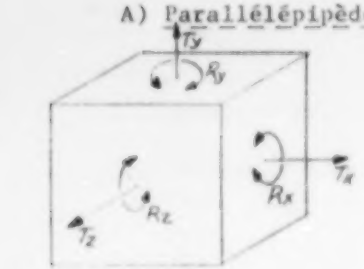
2- Au plus trois normales parallèles

3- Au plus trois normales coplanaires non concourantes ou concourantes

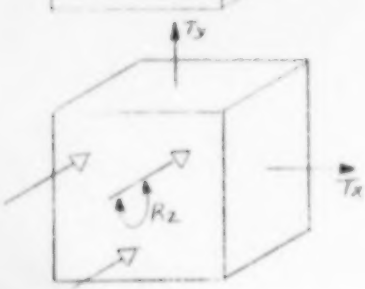
4- Au plus trois normales non coplanaires concourantes

Exemples de mise en position isostatique:

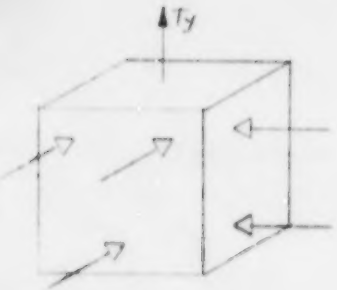
A) Parallélépipède



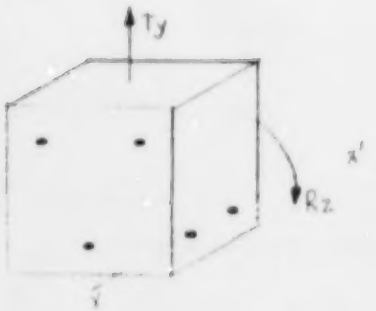
- 6 degrés de liberté à éliminer



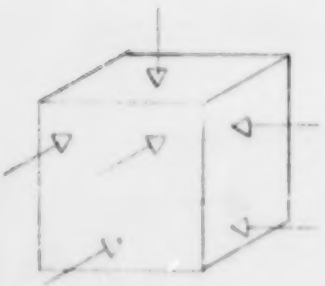
- 3 appuis disposés en triangle et placés sur une face du solide éliminent une translation et 2 rotations



- 2 autres appuis placés sur une face perperdiculaire à la prem'ère éliminent une translation et une rotation supplémentaires.

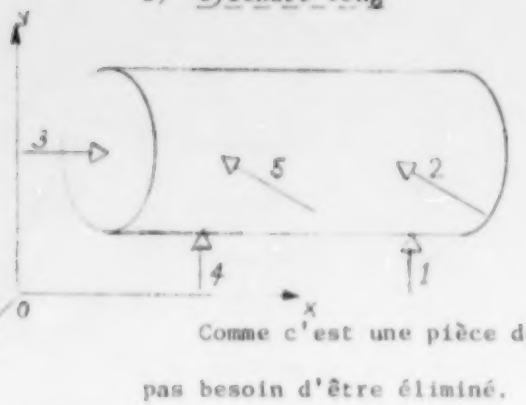


NB: Une mauvaise mise en place de ces appuis permet une rotation du solide autour d'une axe xx'



- Un sixième appui placé sur une face perpendiculaire aux 2 autres élimine la dernière translation.

B) Cylindre long



1 supprime Ty

2 supprime Tz

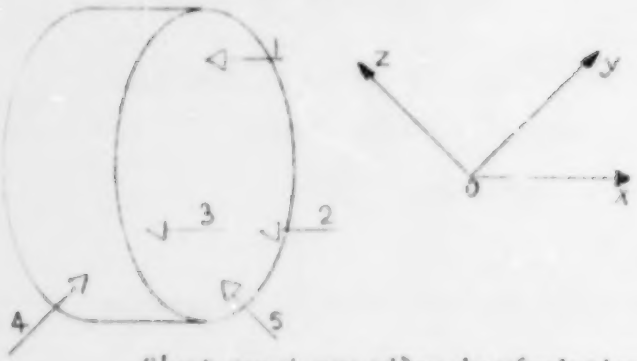
3 supprime Tx

4 supprime Rz

5 supprime Ry

Comme c'est une pièce de révolution, le 6^{o} degré de liberté Rx n'a pas besoin d'être éliminé.

C) Cylindre court



1 supprime Tx

2 supprime Rz

3 supprime Ry

4 supprime Ty

5 supprime Tz

C'est aussi une pièce de révolution, Rx n'a pas besoin d'être éliminé.

Symboles de définition technologique des appuis:

A. Mise en position rigoureuse (Départ de cotation)

ou autre forme

B. Immobilisation ou prélocalisation, en opposition aux déformations ou aux vibrations.

C. Centreurs

- complet
- dégagé

N.B. Sur une surface brute ——▶ (2 traits)

Sur une surface usinée —▶ (1 seul trait)

Liaisons partielles usuelles

Appui-plan: 3 appuis non alignés dans un plan

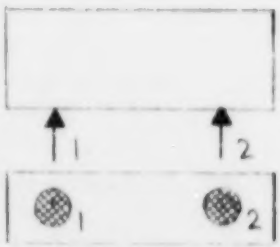
supprime 1 translation

2 rotations

Orientation: 2 appuis sur une ligne droite et un plan

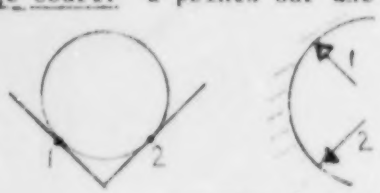
supprime 1 translation

1 rotation

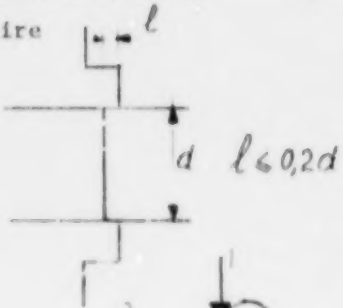


Butée: 1 appui sur toute surface

Centrage court: 2 points sur une ligne circulaire



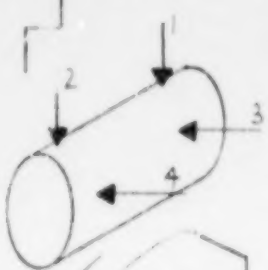
supprime 2 translations



Centrage long: équivaut à 2 centrages courts

$\ell \geq$ d pour surfaces brutes

$\ell \geq$ 0,8d pour surfaces usinées



Locating: (centreur dégagé) supprime 2 translations

2 rotations

supprime 1 degré de liberté (1 translation ou 1 rotation)

Comment répartir les appuis:

2 critères à considérer

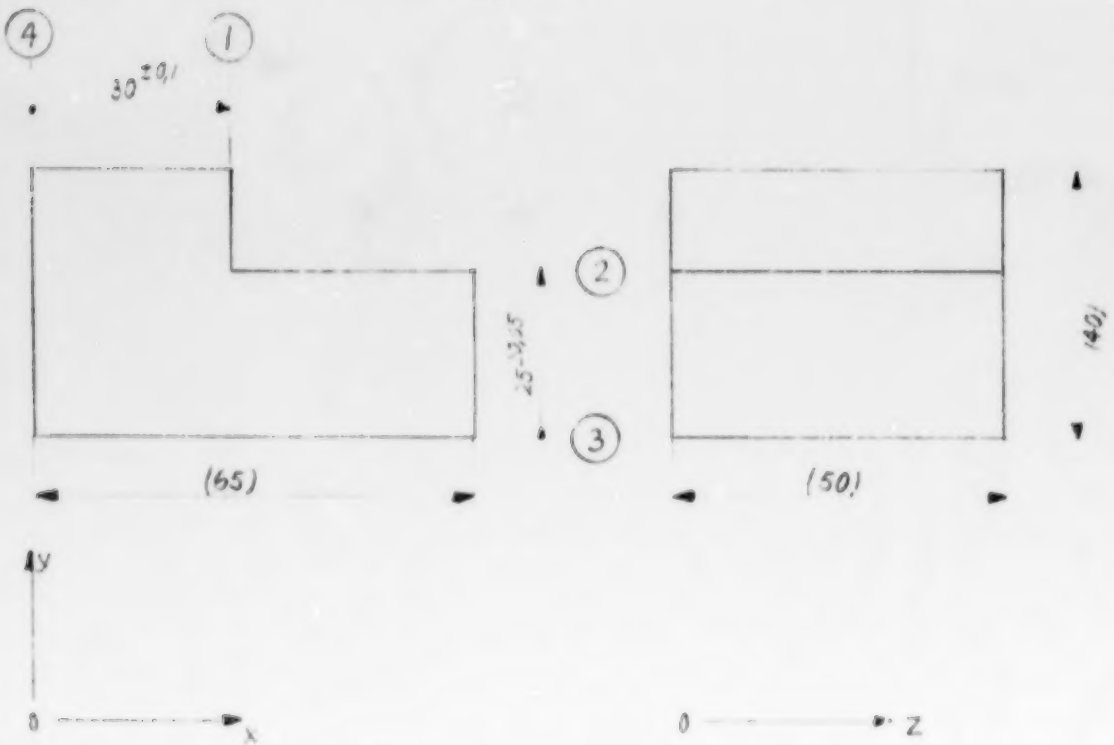
- les IT des cotes à respecter
- les formes et grandeurs relatives des surfaces d'appui

On peut faire intervenir simultanément les 2 critères de sélection en calculant la tangente de l'angle de rotation maxi (TRM)

$$TRM = \frac{\text{IT cote machine}}{\text{long-maxi de la surface d'appui}}$$

Nous attribuerons le maximum d'appuis à la surface qui a le TRM le plus faible.

Exemple:



Surface à usiner (2) Surface plane 3 appuis possibles sur (3)

$$TRM = \frac{0,1}{65} = 0,015$$

Surface à usiner (1) Surface plane 3 appuis possibles sur (4)

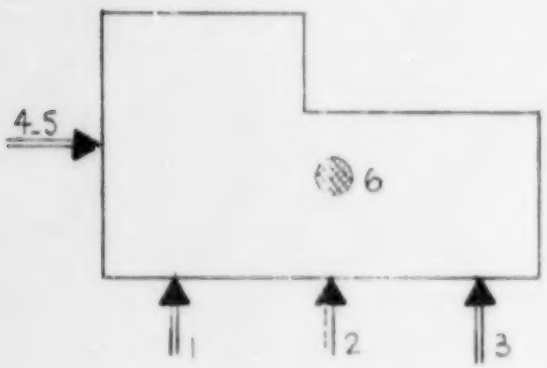
$$TRM \quad \frac{0,2}{50} = 0,04$$

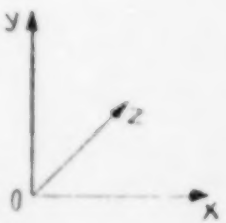
TRM (2) < TRM (1)

Conclusion: 3 appuis sur (3) dans la direction OY

2 appuis sur (4) dans la direction OX

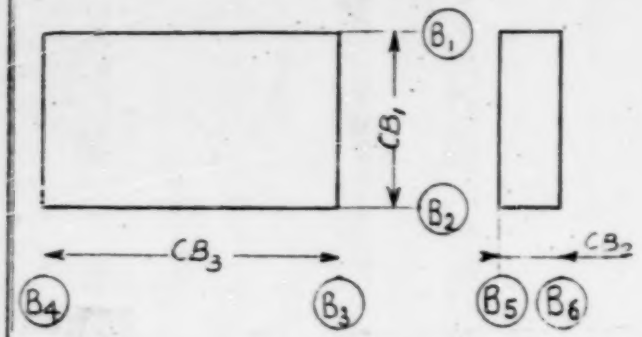
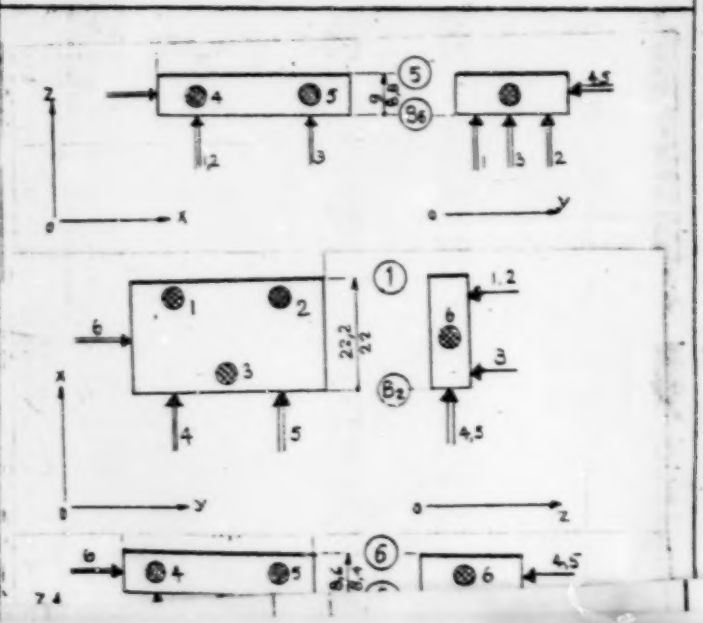
reste 1 appui dans la direction OZ



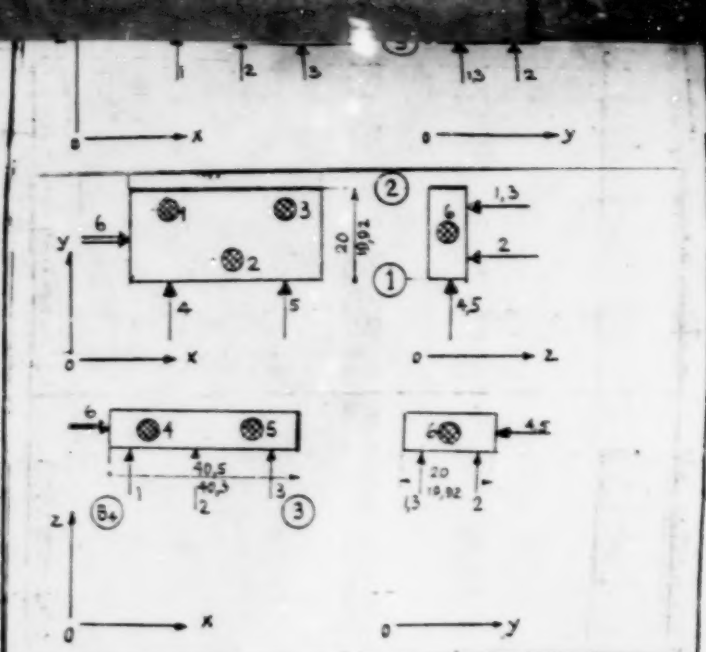


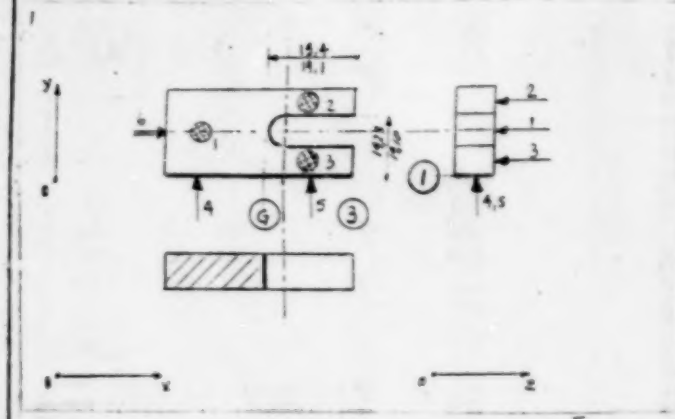
GAMME DE FABRICATION

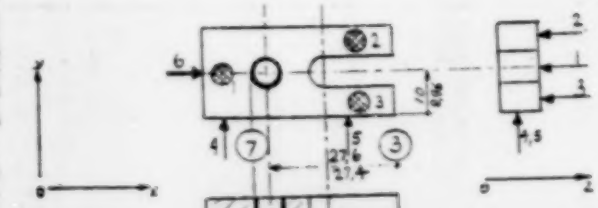
Produit : Bloc en "V" | Pièce : Bride | Nom :
Pièce n° : D 402 | Groupe :
Ensemble n° : E 004 | Matière : SAE 1035 | Date : 10 Mai 1982
Sous-ensemble n° : | Brut : LAC | Université du Québec à Trois-Rivières

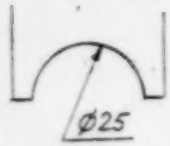
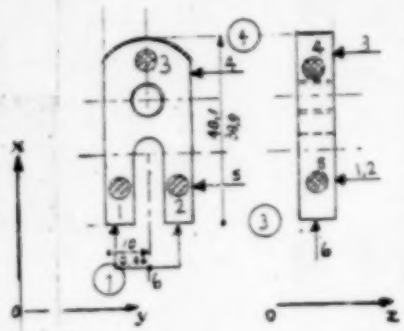
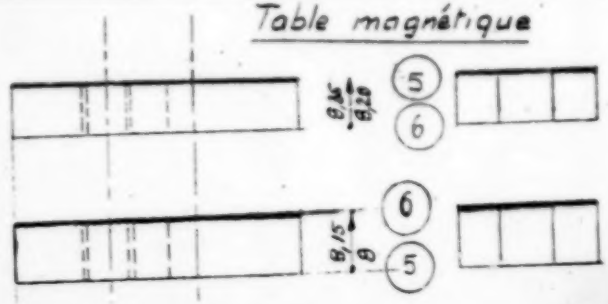
Repérage phase	Repérage sous phase	Repérage opération	Désignation	Moyens de production : poste de travail	Moyens de production : outillages appareillages montages	Moyens de production : contrôle	Croquis de phase
10			PRÉPARATION DU BRUT				
	A		Ebarbage	Reception du brut	Meuleuse		
	B		Contrôle du brut			Règle	
20			FRAISAGE				
	A		F/ de 5	Fraiseuse verticale	Fraise cylind. 2 tailles D=32 Z=6 Etau 5 tol	Pied à coul.	
	B		F de 1				
	C		F/ de 6				

	D		F de 2				
	E		F de 3				
30			FRAISAGE PERCAGE TARAUDAGE				
	A		F de G (8,9,10)	Fraiseuse verticale "GORTON"	Fraise cylind. 2 tailles D=9 Z=4 rectifiée $\frac{8,54}{8,4}$ Etau	Pied à coul.	
	B		F/ de 7		Foret a queue cylind. serie courte d=6,75		
	C		F de 7		Taraud M8x1.25-7H		







40		FRAISAGE				
	A	F de 4	Fraiseuse horizontale	Fraise de forme concave 	pied à coul.	
50		TREMPE	Mat'l SAE 1035 LAC Durcir : 40-45 HRc			NB: protection de la surface filetée
60		RECTIFICATION				Table magnétique 
	A	F de 5	Rectifieuse plane	Meule type NORTON 38 A46 H8VG D=200 e=20	Palmer 0-25	
	B	F de 6				

CONCLUSION

Nous avons essayé de présenter dans ce recueil le bureau des méthodes à travers l'une de ses tâches principales: l'analyse de fabrication.

En plus de mettre sur pied une équipe de recherche en mécanique, cette activité a été passionnante sur bien des plans et a permis d'approfondir nos contacts avec le monde extérieur (industrie, écoles).

Comme il a été dit précédemment, ce travail demandera à être finalisé et prolongé par une expérimentation au secondaire professionnel.

Les structures étant en place, si certaines conditions sont satisfaites, l'équipe se déclare prête à prolonger l'expérience.

E D U Q 8370235 B

MICHEL GAUTIER

et collaborateurs

ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Exemple d'application

Ensemble: Bloc en Vé

Pièce à fabriquer: Bride

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

MICHEL GAUTIER

et collaborateurs

ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Exemple d'application

Ensemble: Bloc en Vé

Pièce à fabriquer: Bride

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

Mai 1982

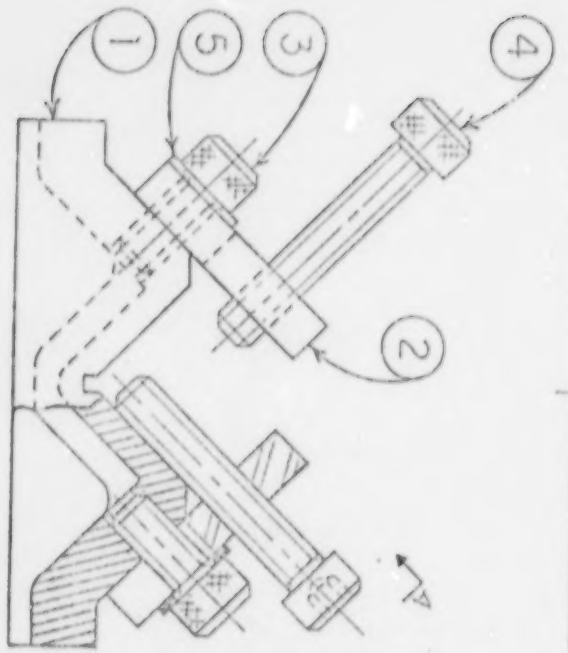
Université du Québec à Trois-Rivières

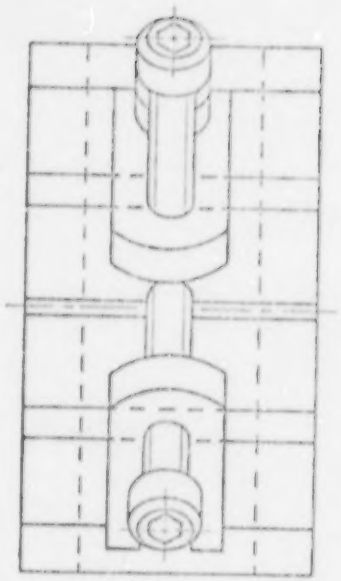
E D U Q 8370235 B

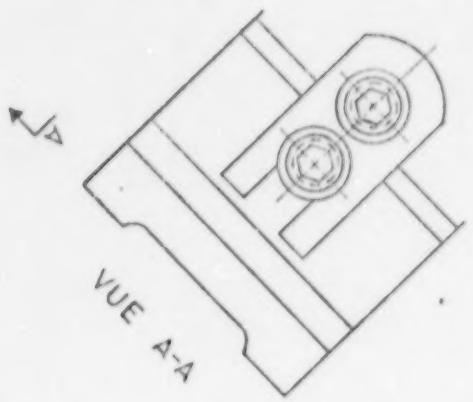
DOSSIER

PIÈCE À FABRIQUER

Produit: Bloc en "V"	Pièce: Bride	Par: A Marichal - M Gautier
	Pièce n°: D402	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: SAE 1035	Date: 10 Mai 1982
Sous-ensemble n°:	Brut: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières



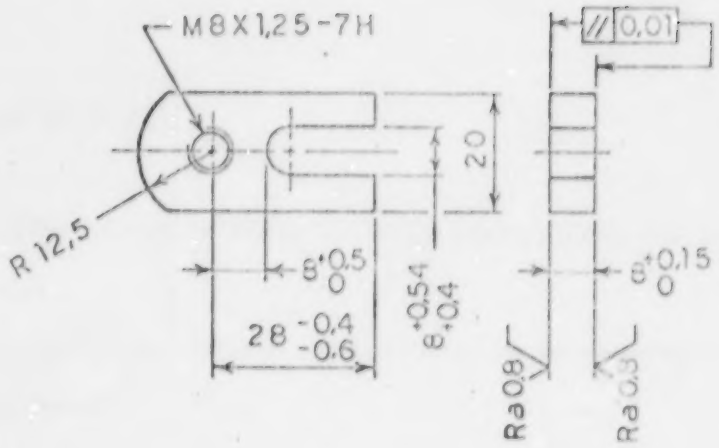




REP	QTE	N DESSIN	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
5	2	D4 05	RONDELLE Z8N		
4	2	D4 04	CHc M8×1.25×45L		
3	2	D4 03	CHc M8×1.25×18L		
2	2	D4 02	BRIDE	SAE 1035	Tr.Th.: 40-45 R'C
1	1	D4 01	BATI	FONTE	

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82-03-28	Titre: BLOC EN "V"	
Des. par: M. GAUTIER			
Ver. par: MG	Ech. 1:1	Références	E004



MAT. : SAE 1035 LAC
Tr.Th. : DURCIR 40-45 HRc
QTE : 2 REQ.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC A TROIS-RIVIÈRES			
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.04.26	Titre: BRIDE	
Des. par: L. GELINAS	Ech.: 1:1	Références E-004	D402
Ver. par: M G			

PIECE BRUTE

Elle sera coupée dans un plat laminé à chaud (LAC) SAE 1035.

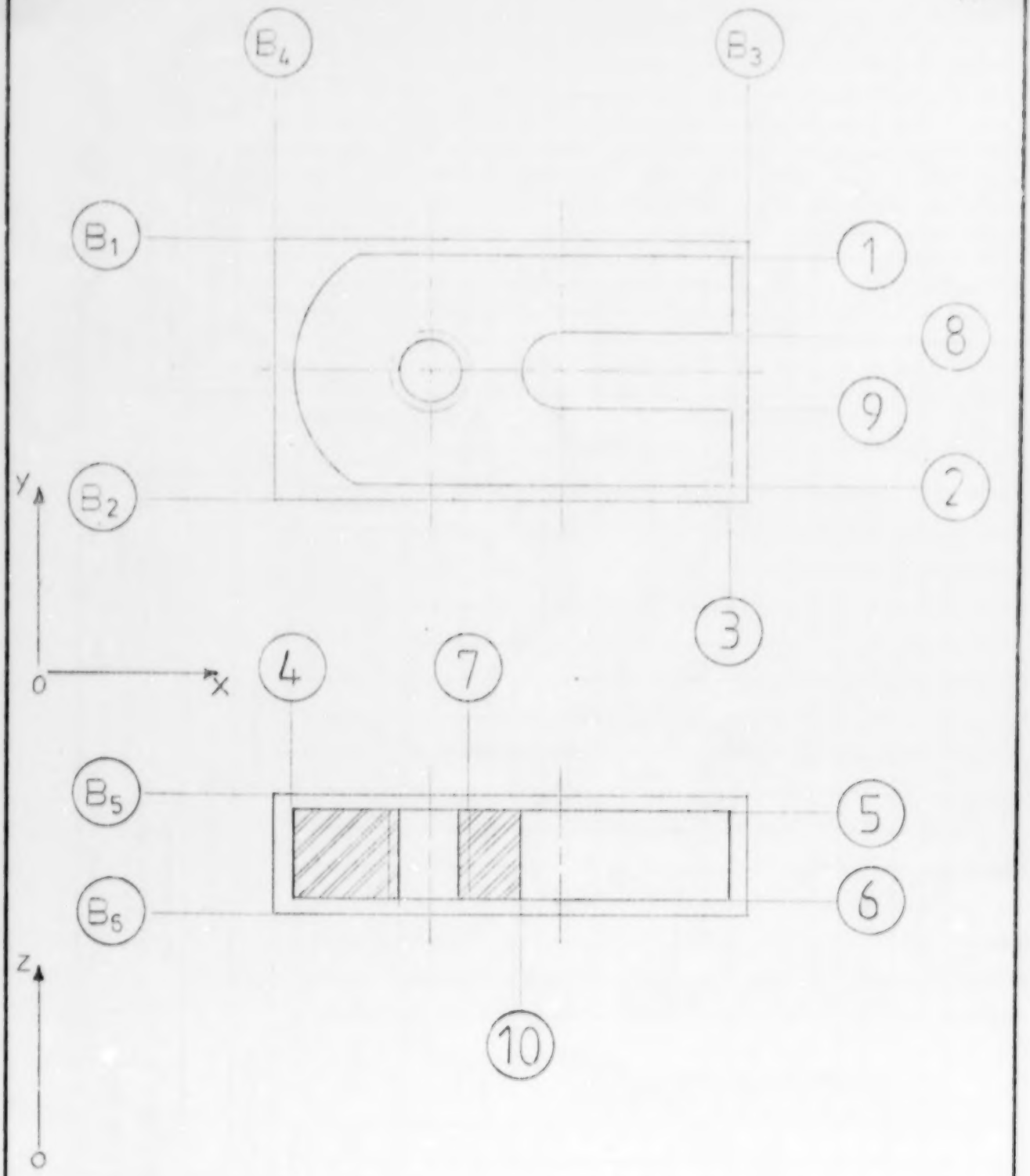
PROGRAMME DE FABRICATION

Production en petite série répétitive (100 pièces par an, pendant 5 ans).

La fabrication est prévue dans un atelier de mécanique générale équipé de:

- scie mécanique
- fraiseuse horizontale
- fraiseuse verticale
- fraiseuse-perceuse
- rectifieuse plane.

(FIN DU DOSSIER)



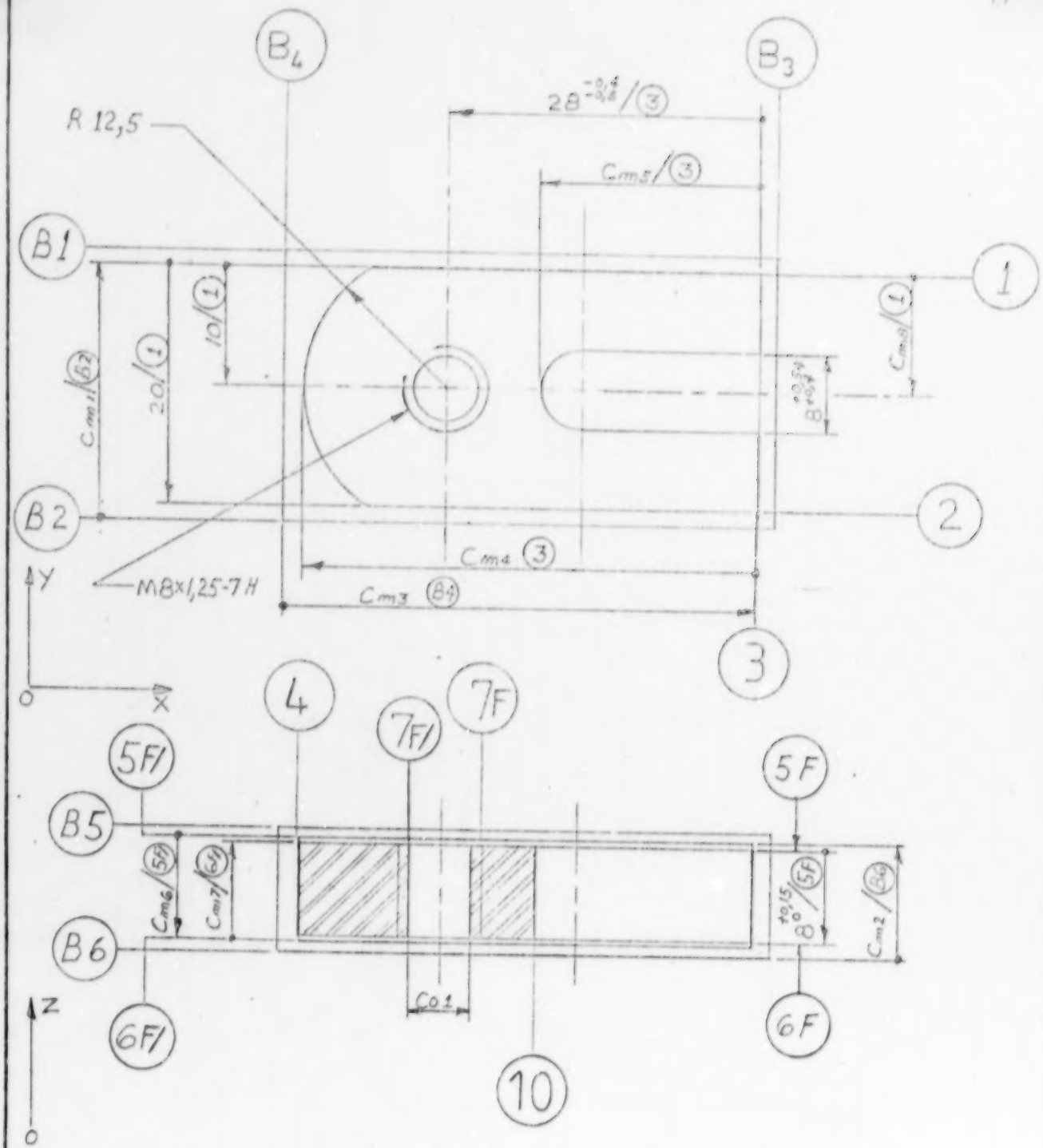
CROQUIS REPÉRÉ DE LA PIÈCE À FABRIQUER

Produit: Bloc en "y"	Pièce: Bride	Nom: A Marichal M Gautier
	Pièce n°: D402	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: SAE 1035	Date: 10 Mai 1982
Sous-ensemble n°:	Acier: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières

ANALYSE DU DESSIN DE DÉFINITION

Produit: Bloc en "V" | Pièce: Bride | Nom: A. Marichal - M. Gaudreau
Pièce n°: D402 | Groupe:
Ensemble n°1: E004 | Matière: SAE 1035 | Date: 13 Mai 82
Sous-Ensemble n°: | Brut: LAC | Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage	Surfaces: Nature: Plane	Révolution	Quelconque	Exigences B.E: Dimensionnelles: de forme: Valeur	IT	de position: Valeur	IT	Géométriques: Tolérances de forme	Tolérances d'orientation	Tolérances de position	Rugosité: Symbole	Valeur µm	Traitements	Usinages possibles: Alésage	Brochage	Filetage	Fraisage	Perçage	Rabotage	Rectification	Tournage	Sciage			Opérations ult. finitions: Ébauche E	Demi-finition D/F	Finition F	Superfinition SF
B_1	X												J															
B_2	X												K															
B_3	X												H															
B_4	X																											
B_5	X																											
B_6	X												S															
1	X					20/②							4															
2	X					20/①							-				X		X								X	
3	X					28/⑦	0,2						0				X		X								X	
4		X		R12,5		8/⑩	0,5						4				X		X								X	
						28/③	0,2										X										X	
5	X					8/⑥	0,15			0,05/⑪			E															
6	X					8/⑤	0,15			0,05/⑤	R_a	0,8	R				X		X	X					X	X	
7		X	X	M8x1,25	7H	8/⑲	0,5				R_a	0,8	Σ				X		X	X					X	X	
						28/③	0,2									X		X							X	X	
8	X					8/⑨	0,14						W															
9	X					8/⑧	0,14						K															
10		X		⌀8	0,14	8/⑦	0,5						T				X					X				X	
																	X					X				X	
																	X	X								X	



SIMULATION D'USINAGE DES OPERATIONS ELEMENTAIRES

Produit: Bloc en "V"	Pièce: Bride	Nom: A. Marichal - M. Gautier
Ensemble n°: E004	Pièce n°: D402	Groupe:
Sous-ensemble n°:	Matière: SAE 1035	Date: 19 Mai 1982
	Trait: LAC	Université du Québec à Trois-Rivières

CONTRAINTES D'ANTÉRIORITÉ

Produit : BLOC EN V
Ensemble n° : E 204
Sous-ensemble n° :

Pièce : BRIDE
Pièce n° : D 402
Matière : S A E 1035
Brut : LAS

Nom : A. MARECHAL - M. GAUTIER
Groupe :
Date : 10 Mai 1982
Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

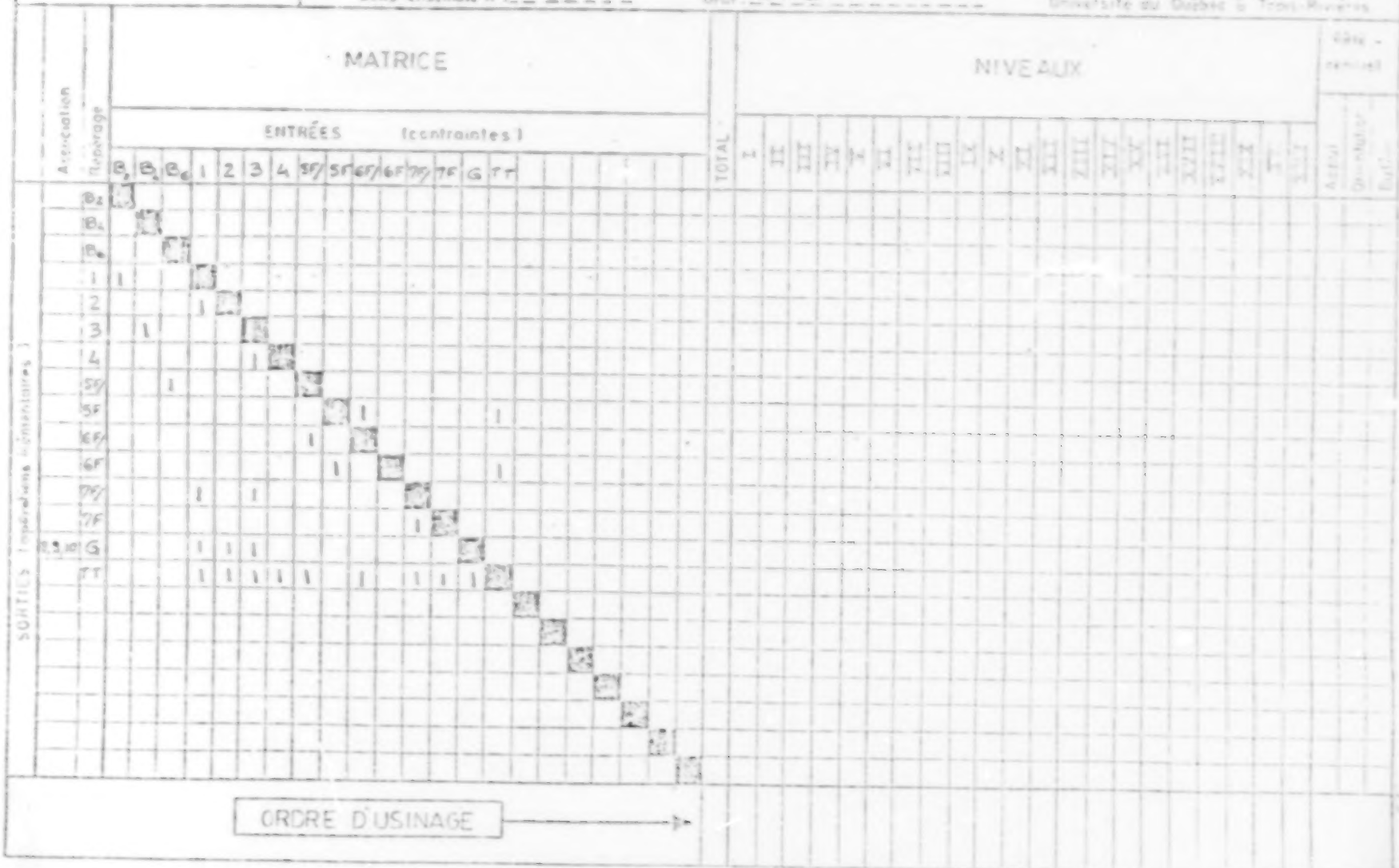
Repérage		B.E.								B.M.						
		Dimensionnelles		Géométriques						Fabrication					Economiques	
				Orientation			Position									
Succession	Opération	Cote	Réf.	//	⊥	∠	⌖	◎	≡	Reprise	Oxydation	Déformation	Traitement	Divers	Matière Usinage	Estimation du temps de réalisation
	B2															
	B4															
	B6															
	1	Cm 1	B2							B2						
	2	20	1							1						
	3	Cm 3	B4							B4						
	4	Cm 4, R12,5	3							3						
	5F/	Cm 2	B6							B6						
	5F	Cm 7	6F/							6F/			T.T.			
	6F/	Cm 6	5F/							5F/						
	6F	$8^{+0,15}_{0}$	5F	0,01/5F						6F			T.T.			
	7F/	$28^{-0,4}_{-0,6}$, 10 Cm	3,1							3,1						
	4F	M8x1,25-7H									7F/					
8,9,10	G	Cm 5 Cm 8, $8^{+0,58}_{+0,3}$	3 1							1,3		1,2				
	IT										1,2,3,4,5F/ 6F/,7F/,7F G					

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :

Pièce : Bride
Pièce n° D 402
Matière : SAE 1035
Brut : L.A.C.

Nom : A. Marichal - M. Gautier
Groupe :
Date : 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières



NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Bloc en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :
Pièce : Bride
Pièce n° : D 402
Matière : SAE 1035
Brut : L.A.C
Nom : A. Marichal - M. Gautier
Groupe :
Date : 19 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

MATRICE

ENTRÉES (contraintes)

SORTIES (opérations élémentaires)

Association	Numérotage	B_1	B_2	B_4	1	2	3	4	5F	5F	6F	6F	7F	7F	G	TT	TOTAL
B_2																	0
B_4																	0
B_6																	0
1																	1
2																	1
3																	1
4																	1
5F																	1
5F																	2
6F																	1
6F																	2
7F																	2
7F																	1
8,9,10	G																3
	TT																3

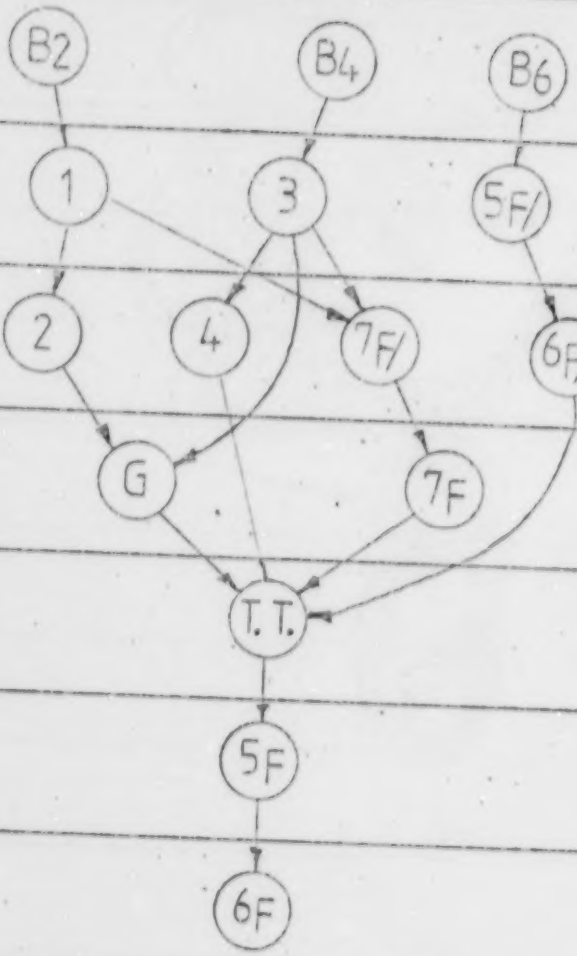
ORDRE D'USINAGE

NIVEAUX

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	Fictif
Préparation du brut																				
0																				
1	0																			
1	1	0																		
1	0																			
1	1	0																		
1	0																			
2	2	2	1	1	0															
1	1	0																		
2	2	2	2	2	1	0														
2	2	0																		
1	1	1	0																	
3	3	1	0																	
3	3	6	2	0																

Arbre Graphique Partiel

B_2	1	2 4 5F/	7F	TT	5F	6F	
B_4	3	6F/	G				
B_6	5F/	7F/					

NIVEAUX	OPERATIONS ELEMENTAIRES	USINAGES POSSIBLES
0		
I		Fraisage Rabotage
II		2 : Frais., Rabot. 4 : Fraisage 7F/: Perçage 6F/: Frais., Rabot.
III		G : Fraisage { forme / bout 7F: Perçage, manuel
IV		T.T.: Trempe
V		Rectification
VI		Rectification
VII		
VIII		
IX		
X		

GRAPHE ORDONNE DES LIAISONS

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride

Pièce n°: D 402

Matière: SAE 1035

Brut: L.A.C.

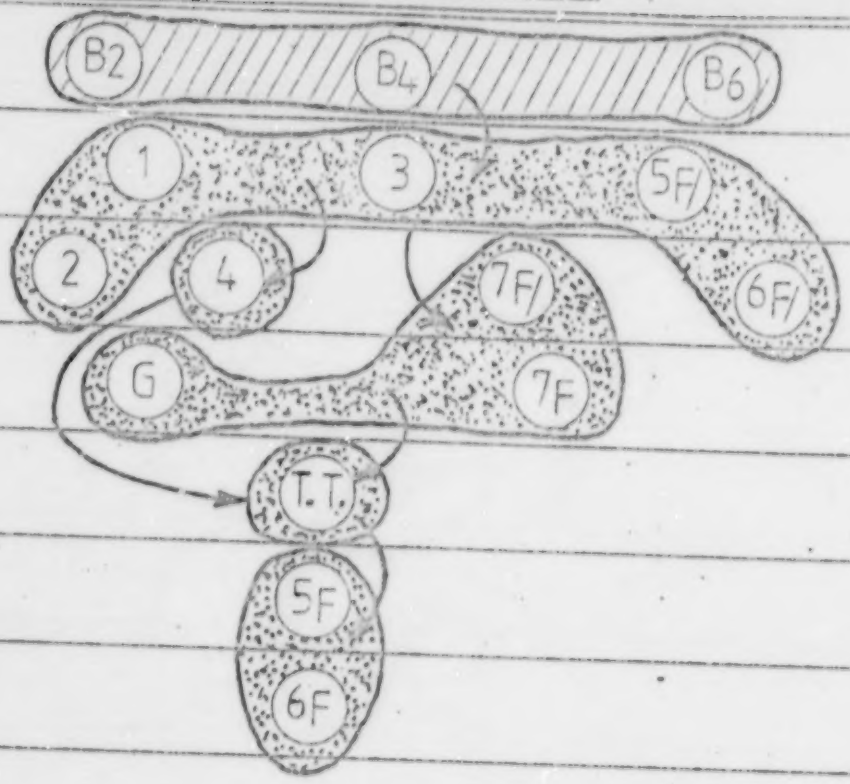
Etud: A. Marichal - M. Gautier

Contrôlé:

Date: 19 Mai 1982

Université de Sherbrooke à Trois-Rivières

NIVEAUX	OPERATIONS ELEMENTAIRES /12
0	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	



Phase 10: Préparation des bruts
Phase 20: 5F/, 1, 6F/, 2, 3, Fraisage (vert.)
Phase 30: G, 7F/, 7F Fraisage-Perçage
Phase 40: 4 Fraisage (horizontal)
Phase 50: T.T. Trempe
Phase 60: 5F, 6F, Rectification

GROUPEMENT EN PHASES (1)

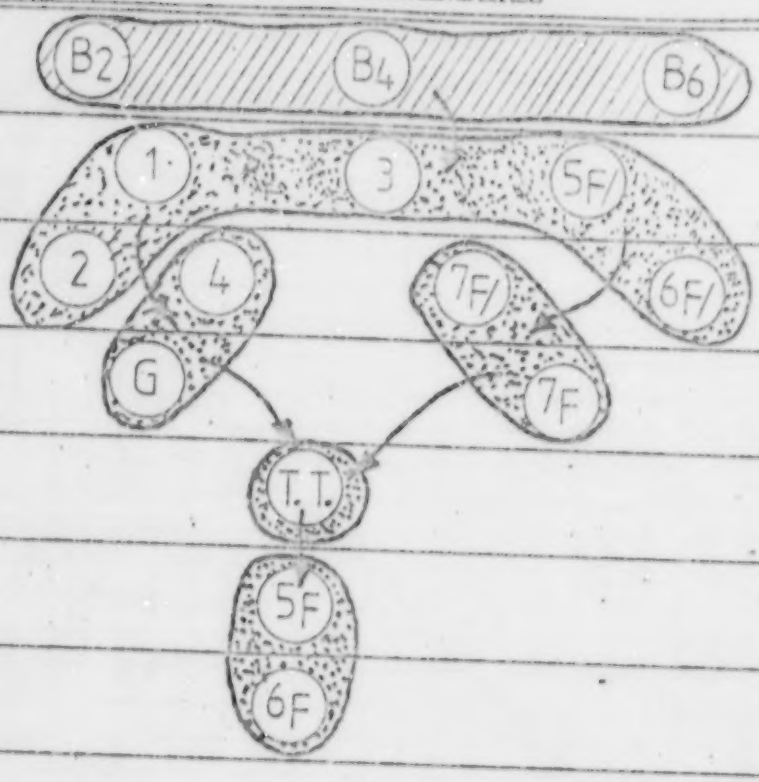
Produit: Bloc en "Y"
Ensemble n°: E 004
Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride
Pièce n°: D 402
Matière: SAE 1035
Brut: L.A.C.

Dessiné: A. Maréchal - M. Gautier
Contrôlé:
Date: 19 Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

NIVEAUX	OPERATIONS ELEMENTAIRES /13
0	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	



Phase 10: Préparation des bruts

Phase 20: 5F/, 1, 6F/, 2, 3, Fraisage (vert.)

Phase 30: 4, G, Fraisage (horizontal) (fraise de forme spéciale ou montage délicat)

Phase 40: 7F/, 7F Perçage-taraudage

Phase 50: T.T. Trempe

Phase 60: 5F, 6F Rectification

GROUPEMENT EN PHASES (2)

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride

Pièce n°: D 402

Matière: SAE 1035

Brut: L.A.C.

Nom: A. Marichal - M. Gautier

Groupe:

Date: 19 Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

ENTREES (contraintes)

SORTIES (Opérations élémentaires)

Associations / Repérage	B_2	B_1	B_6	5F	1	6F	2	3	G	7F	7F	4	TT	5F	6F
B_2															
B_1															
B_6															
5F			1												
1	1														
6F				1											
2					1										
3		1													
G					1		1	1							
7F					1			1							
7F									1						
4								1							
TT				1	1	1	1	1	1	1	1	1			
5F						1							1		
6F													1	1	

MATRICE ORGANISÉE de (1)

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°:

Pièce: Bride

Pièce n°: D 402

Matière: SAE 1035

Brut: L.A.C

Nom: A. Marichal - M. Gauthier

Prénom:

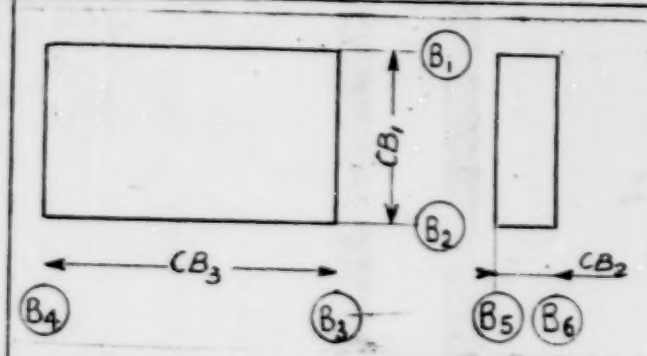
Date: 19 Mai 1982

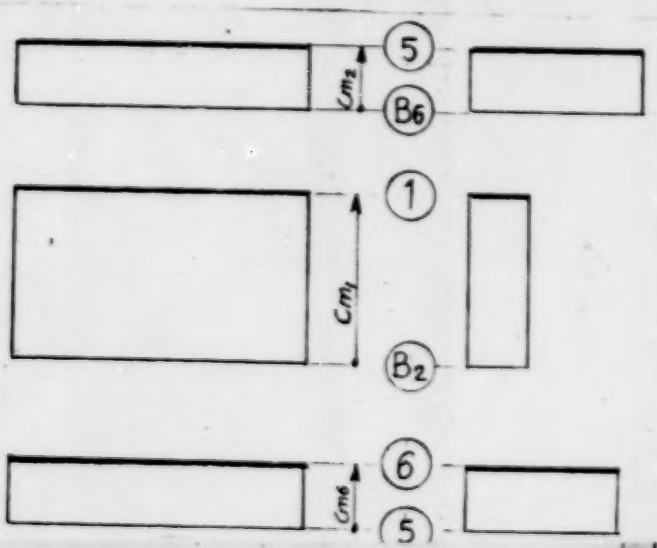
Université du Québec à Trois-Rivières

PROJET DE GAMME

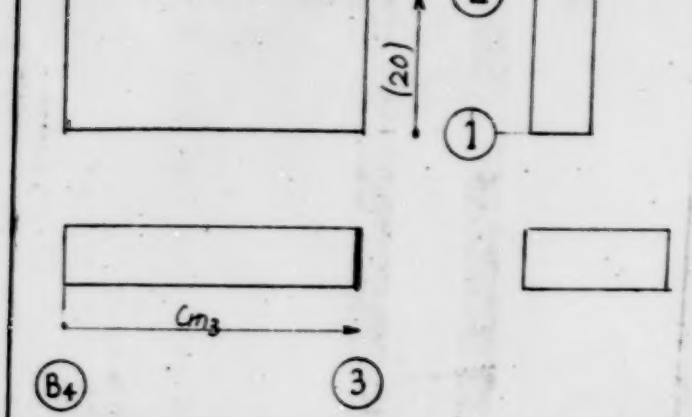
Produit : Bloc en "V" | Pièce : Bride | Nom :
Ensemble n° : E 004 | Pièce n° : D 402 | Groupe :
Sous-ensemble n° : | Matière : SAE 1035 | Date : 10 MAI 1982
Brut : LAC | Université du Québec à Trois-Rivières

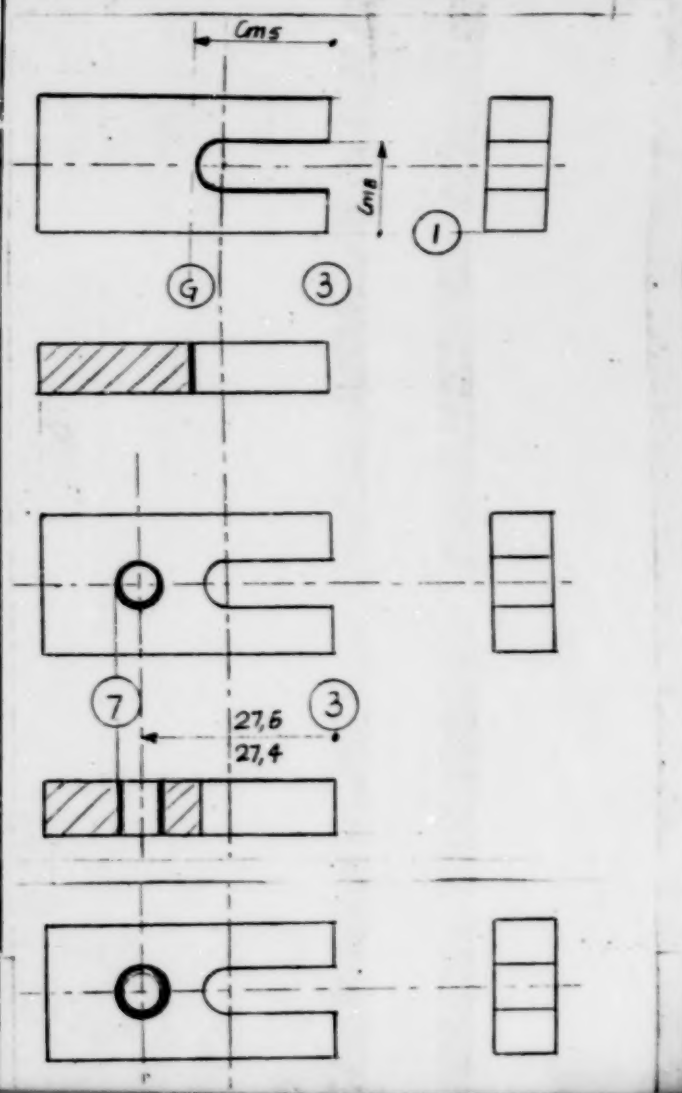
Repérage phase	sous phase	opération	Désignation	Moyens de production : poste de travail	outillages appareillages montages	contrôle	Croquis de phase
10			PRÉPARATION DU BRUT				
	A		Ébarbage	Réception du brut	Meuleuse		
	B		Contrôle du brut			Règle	
20			FRAISAGE				
	A		F/ de 5	Fraiseuse verticale	Fraise cylind. 2 tailles D=32 Z=6 Etau Std	Pied à coul.	
	B		F de 1				
	C		F/ de 6				

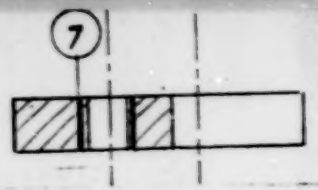
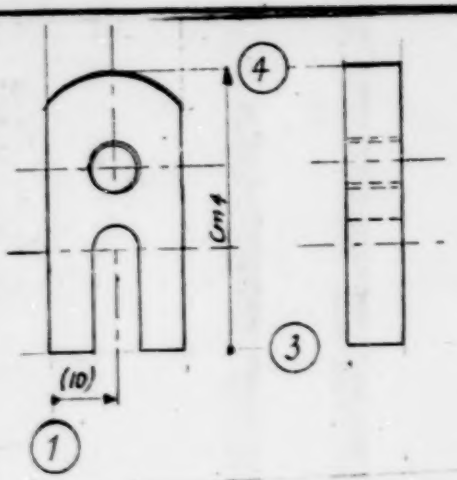
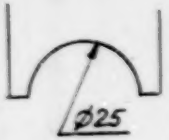
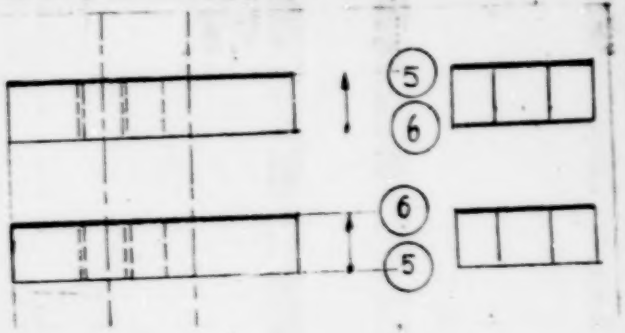




		E	F de 3				
30			FRAISAGE PERCAGE TARAUDAGE				
		A	F de G (8,9,10)	Fraiseuse verticale "GORTON"	Fraise cylind. 2 tailles D=9 z=4 rectifiée $\frac{8,54}{8,4}$ Etau	Pied à coul.	
		B	F/ de 7		Foret a queue cylind. série courte d=6,75		
		C	F de 7		Taraud M8 x 1.25 - 7H		



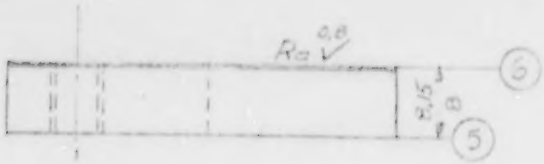


							
40			FRAISAGE				
	A		F de 4	Fraiseuse horizontale	Fraise de forme concave 	pied à coul.	
50			TREMPE	Mat'l SAE 1035 LAC Durcir : 40-45 HRc			NB: protection de la surface filetée
60			RECTIFICATION				
	A		F de 5	Rectifieuse plane	Meule type NORTON 38 A 46 H8 VG D=200 e=20	Palmer 0-25	
	B		F de 6				

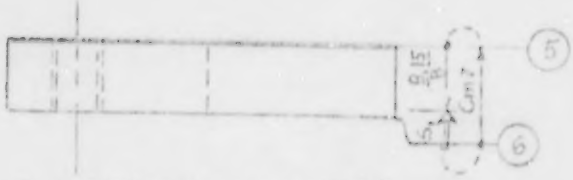
CALCULS DES COTES DE FABRICATION

phase 60 Rectification.

B) Finition de 6



A) Finition de 5



S_1 = surepaisseur pour δF

Rep.	Maxi.	mini.	IT
A	8,15	B	0,15
Cm7	8,35	8,20	0,15
S_1	0,35	0,05	0,3

$IT_{S_1} = IT_A + IT_{Cm_5}$ [IT Cm7 ≥ IT A]

$= 0,15 + 0,15 = 0,30$

S_1 Maxi = Cm7 Maxi - A mini

Cm7 Maxi = 8,35

S_1 mini = Cm7 mini - A Maxi

Cm7 mini = 8,20

$$Cm_7 = \frac{8,35}{8,20}$$

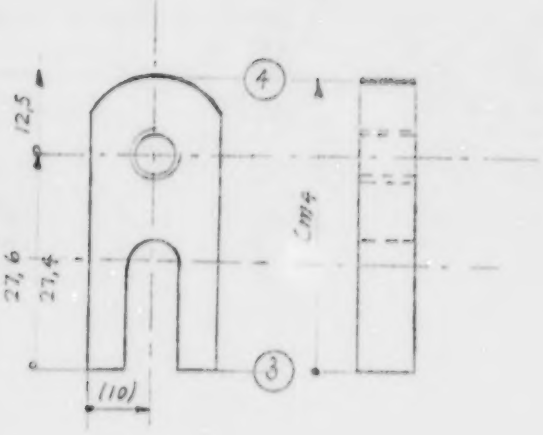
Verification : Cm7 Maxi - Cm7 mini = IT_{Cm7}

8,35 - 8,20 = 0,15 ✓

phase 50 Trempe : 40-45 HR_c

phase 40 Fraisage

A) Finition de 4



$(10) = \frac{(20)}{2}$ qualite requise 10

IT = 0,08 → $(20) = \frac{20}{19,92}$

$(10) = \frac{10}{9,96}$

$Cm_4 = \frac{27,6}{27,4} + 12,5$ $\quad Cm_4$ Max. = 40,1

Cm_4 mini. = 39,9

$$Cm_4 = \frac{40,1}{39,9}$$

phase 30 Fraisage

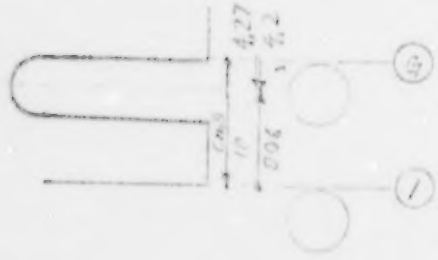
c) Finition de 7 Taraud M8x1,25 - 7H

B)/Finition de 7 Foret d'implantation ⌀5,8

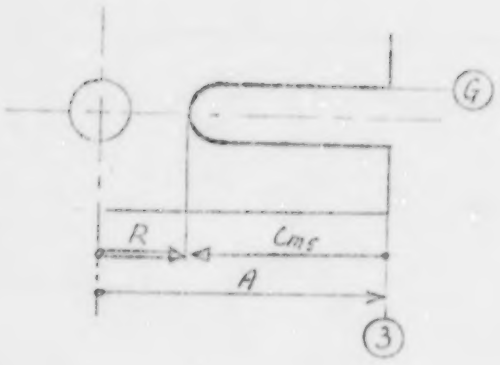
A) Finition de G

centrage de la fraise : Cm_B

Rep	Max	mini	IT
(10)	10	9,96	0,04
r	4,27	4,2	0,07
Cm_B	14,23	14,2	0,03



$$Cm_B = \frac{14,23}{14,20}$$



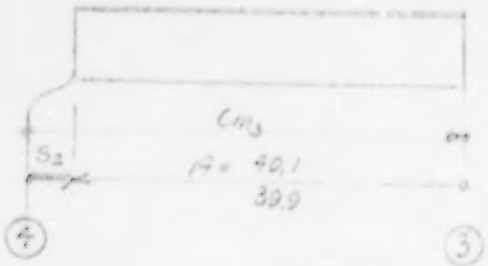
Rep	Max	mini	IT
A	27,6	27,4	0,2
Cm_5	19,4	19,1	0,3
R	8,5	8	0,5

$$Cm_5 = \frac{19.4}{19.1}$$

phase 20 Fraisage

E) Finition de 3

S_3 surepaisseur pour 4F



Rep	Maxi	mini	IT
A	40,1	39,9	0,2
Cm_3	40,5	40,3	0,2
S_2	0,6	0,2	0,4

$$Cm_3 = \frac{40,5}{40,3}$$

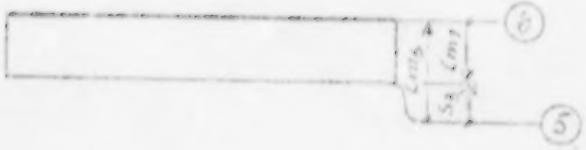
D) Finition de 2

(20) → 9,10 IT = 0,08

$$(20) = \frac{20}{19,92}$$

C) Finition de 6

S_3 surepaisseur pour 5F

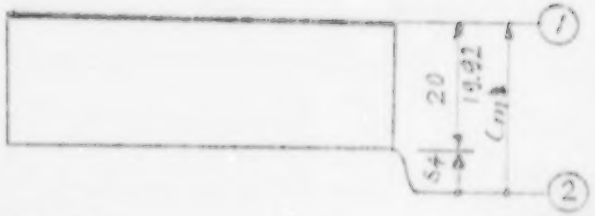


Rep	Maxi	mini	IT
Cm_7	8,35	8,20	0,15
Cm_6	8,60	8,40	0,2 → IT Fraisage
S_3	0,40	0,05 → Cpm 5F	0,35

$$Cm_6 = \frac{8,60}{8,40}$$

B) Finition de 1

Valeur du copeau minimum (Cpm) pour éliminer le rayon du laminoir : $S_4 = 2$ mini



Rep.	Maxi	mini	IT
(20)	20	19,92	0,08
Cm_1	22,2	22	0,20
S_4	2,28	2	0,28

$$Cm_1 = \frac{22,2}{22}$$

A) / Fimtion de 5

Rep	Maxi	mini	IT
Cm_3	8,6	8,4	0,2
Cm_2	9	8,8	0,2
S_5	0,6	0,2	0,4

$Cm_2 = \frac{9}{8,8}$

phase 10 controle du brut

A) CB_1

Rep	Maxi	mini	IT
CB_1	22,2	22	0,2
Cm_1	25,4	24,2	1,2
S_6	3,4	2	1,4

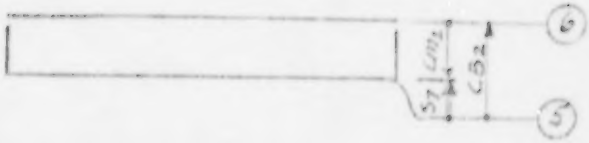
$\leftarrow 2,7 + \frac{2\alpha}{100} = 1,2$ (NFA 45-001)

CB_1 mini = 24,2

B) CB_2

Rep	Maxi	mini	IT
Cm_2	9	8,8	0,2
CB_2	10,1	9,2	0,9
S_7	1,3	0,2	1,1

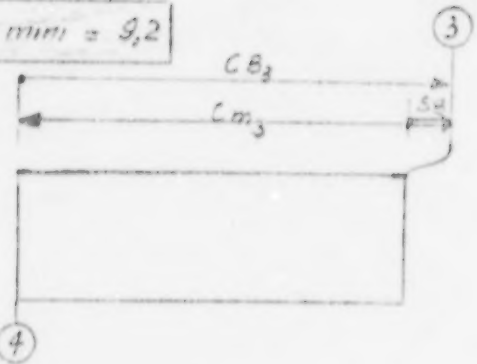
$\leftarrow 0,7 + \frac{2\alpha}{100} = 0,9$ (NFA 45-001)



CB_2 mini = 9,2

C) CB_3

Rep	Maxi	mini	IT
Cm_3	40,5	40,3	0,2
CB_3	42,7	40,7	2
S_8	2,4	0,2	2,2



CB_3 mini = 40,7

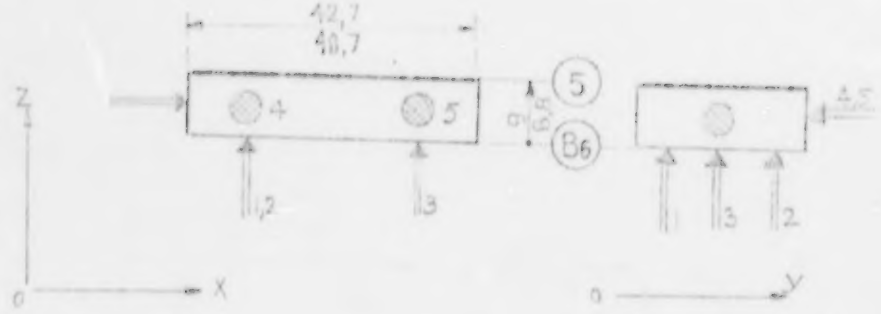
DISTRIBUTION des BUTEES

10 PREPARATION du BRUT

20 FRAISAGE

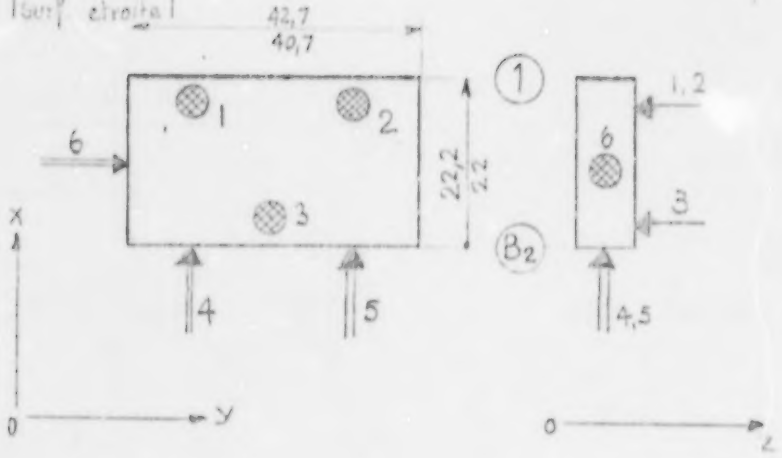
N F / de 5

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
9/8,8	0,2	$\frac{0,2}{40,7} = 0,005$	3	3



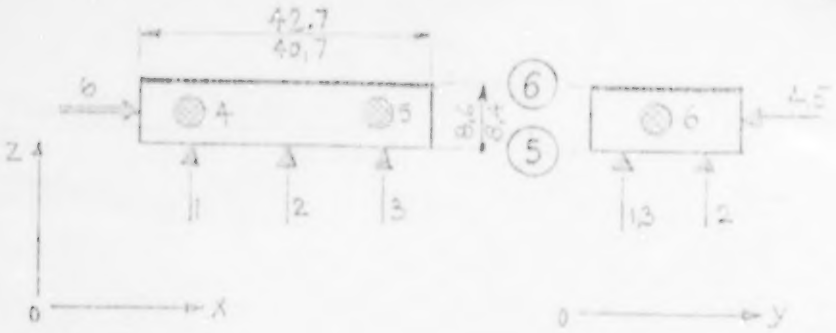
B) F de 1

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
22,2/22	0,2	$\frac{0,2}{40,7} = 0,005$	2 (sur plate étroite)	2



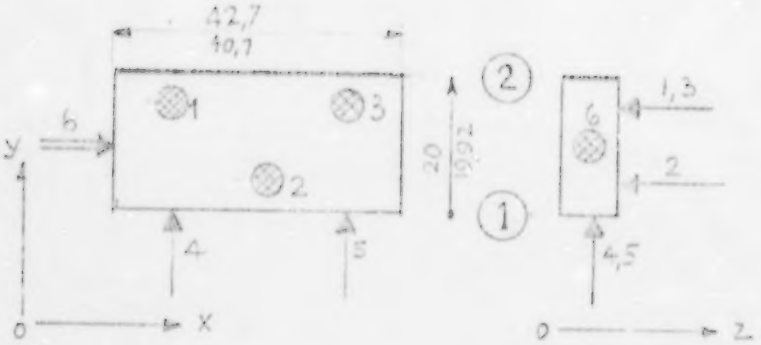
C) F/ de 6

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
8,6/8,4	0,2	$\frac{0,2}{40,7} = 0,005$	3	3



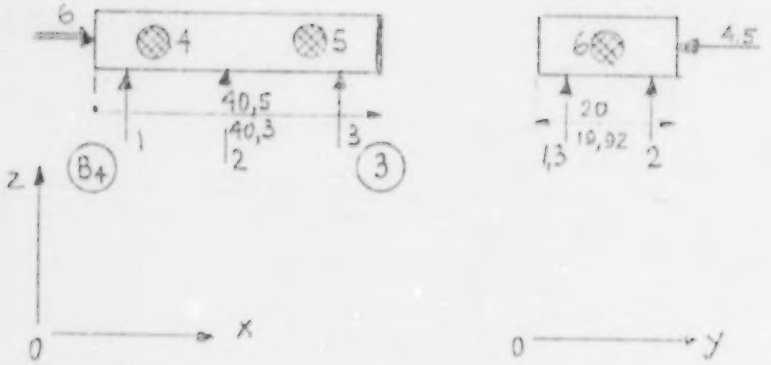
D) F de 2

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
20/19,92	0,08	$\frac{0,08}{40,7}=0,002$	2 Surf. etroite	2



E) F de 3

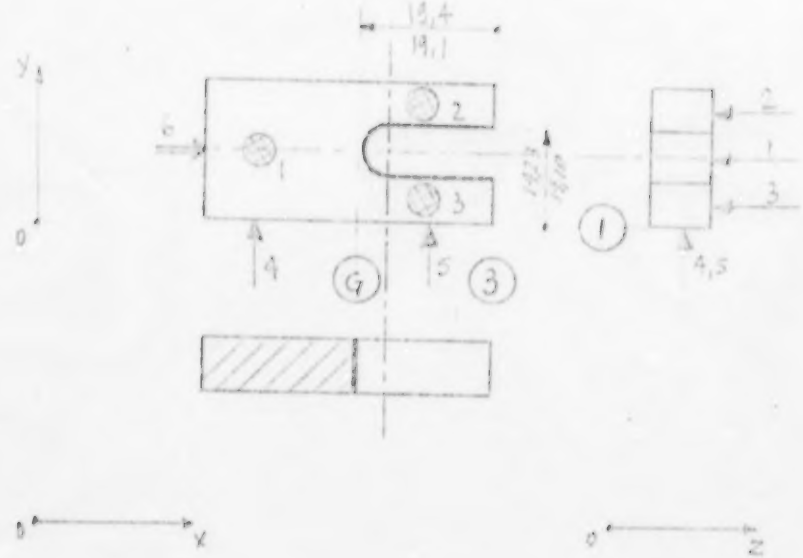
cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
40,5/40,3	0,2	$\frac{0,2}{20}=0,01$	1 petite surf.	1



30 FRAISAGE

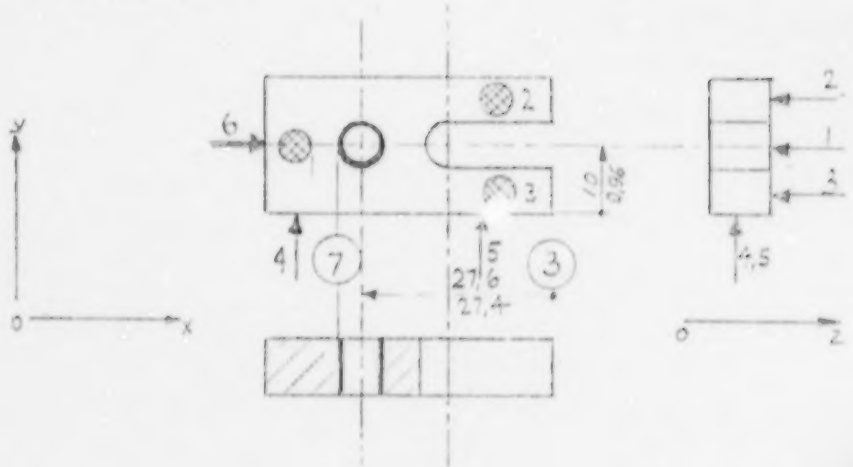
A F de G

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
19,4 / 19,1	0,3	$\frac{0,3}{8,15} = 0,037$	petite surf.	1
14,23 / 14,2	0,03	$\frac{0,03}{40,5} = 0,00012$	3	3



B F/ de 7

cote	IT	RTM	Possibilite	Decision
27,6 / 27,4	0,2	$\frac{0,2}{20} = 0,01$	1 petite surf.	1
10 / 9,96	0,04	$\frac{0,04}{40,5} = 0,001$	2 (surf. etroite)	2

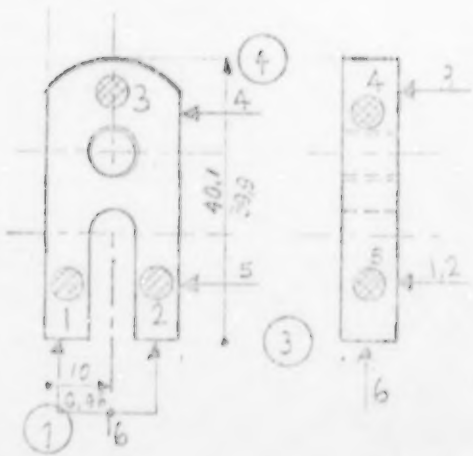


C) F de 7 (voir F/ de 7)

40 *FRAISAGE*

A) F de 4

cote	I T	RTM	Possibilité	Decision
$40,1/39,9$	0,2	$\frac{0,2}{20}=0,01$	2	1
$10/9,96$	0,04	$\frac{0,04}{40}=0,001$	2	2



50 *TREMPE*

60 *RECTIFICATION*

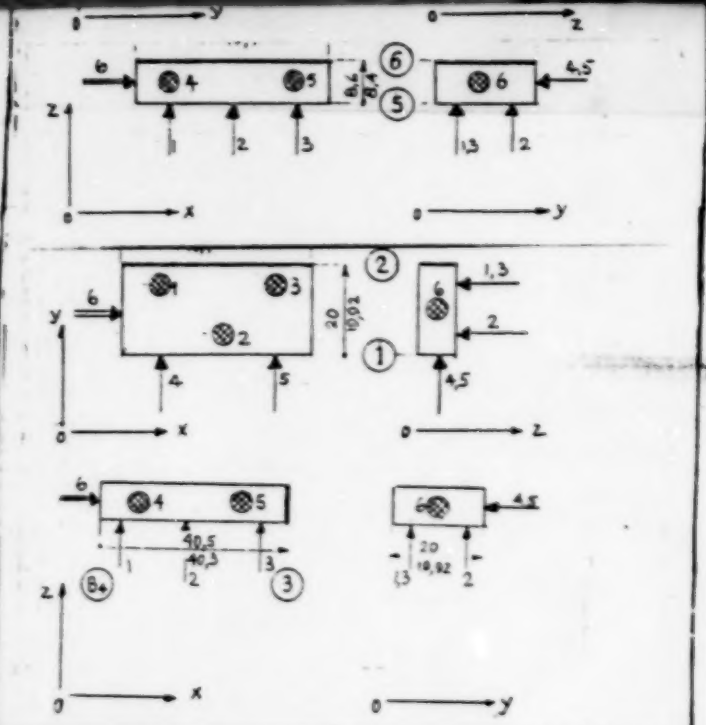
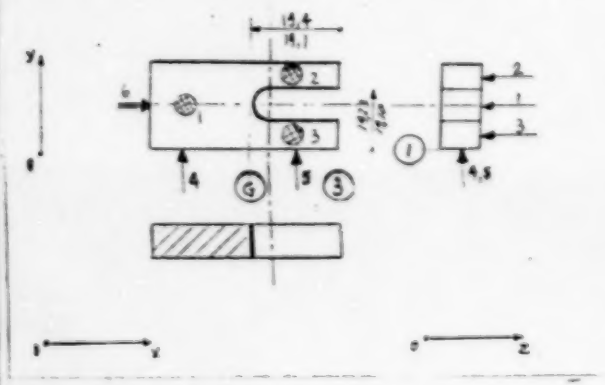
A) F de 5 (Table magnetique)

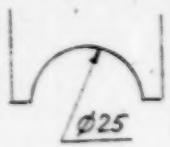
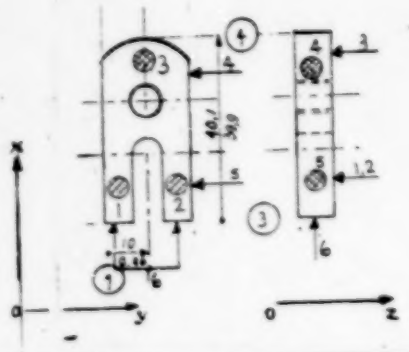
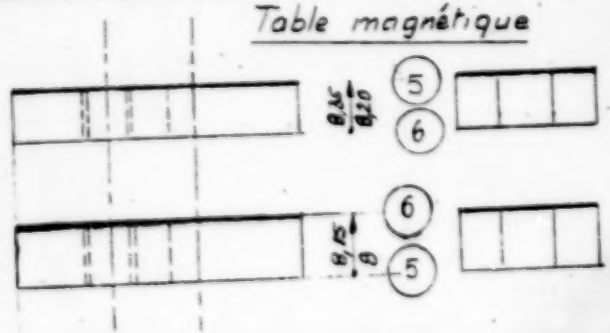
B) F de 6 (Table magnetique)

GAMME DE FABRICATION

Produit : Blac en "V"
Ensemble n° : E 004
Sous-ensemble n° :
Pièce : Bride
Pièce n° : D 402
Matière : SAE 1035
Brut : LAC
Nom :
Groupe :
Date : 10 Mai 1982
Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage phase	Repérage sous-phase	Repérage opération	Désignation	Moyens de production : poste de travail	Moyens de production : outillages, appareillages, montages	Moyens de production : contrôle	Croquis de phase
10			**PREPARATION DU BRUT**				
	A		Ebarbage	Reception du brut	Meuleuse		
	B		Controle du brut			Regle	
20			**FRAISAGE**				
	A		F/ de 5	Fraiseuse verticale	Fraise cylind. 2 tailles D=32 Z=6 Etou Std	Pied à coul.	
	B		F de 1				
	C		F/ de 6				

	D	F de 2					
	E	F de3					
30		FRAISAGE PERCAGE TARAUDAGE					
	A	F de G (8,9,10)	Fraiseuse verticale "GORTON"	Fraise cylind. 2 tailles D=9 Z=4 rectifiée 6,54 / 8,4 Etau	Pied à coul.		
	B	F/ de 7		Foret a queue cylind. serie courte d=6,75			

40	A	FRAISAGE F de 4	Fraiseuse horizontale	Fraise de forme concave 	pied à coul.	
50		TREMPE	Mat'l SAE 1035 LAC Durcir: 40-45 HRc			NB: protection de la surface filetée
60	A	RECTIFICATION F de 5	Rectifieuse plane	Meule type NORTON 38 A46 H8VG D=200 e=20	Palmer 0-25	Table magnétique 
	B	F de 6				

E D U Q 8370235 C

MICHEL GAUTIER

et collaborateurs

ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Exemple d'application

Ensemble: Bloc en Vé

Pièce à fabriquer: Base

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

Mai 1982

Université du Québec à Trois-Rivières

E D U Q 8370235 C

MICHEL GAUTIER

et collaborateurs

ANALYSE DE FABRICATION MECANIQUE

Exemple d'application

Ensemble: Bloc en Vé

Pièce à fabriquer: Base

Recherche réalisée grâce à
une subvention du ministère
de l'éducation dans le cadre
du programme de perfectionnement
des maîtres du secondaire
professionnel

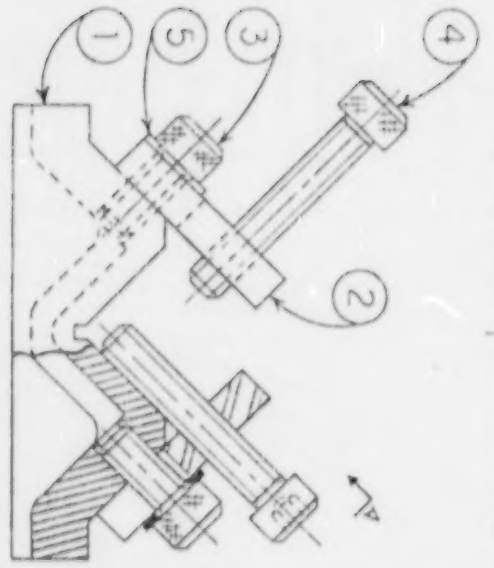
Mai 1982

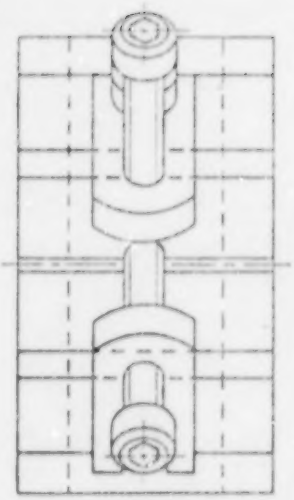
Université du Québec à Trois-Rivières

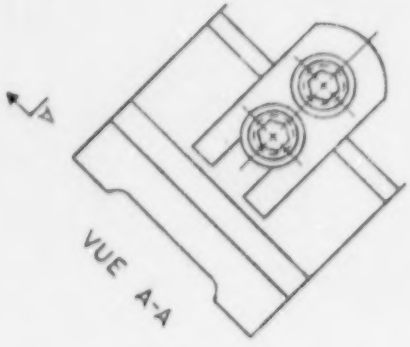
DOSSIER

PIÈCE À FABRIQUER

Produit: BLOC en "V"	Pièce: BATI	Par: A Marichal - M Gautier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 35B	Date: 10 mai 82
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières



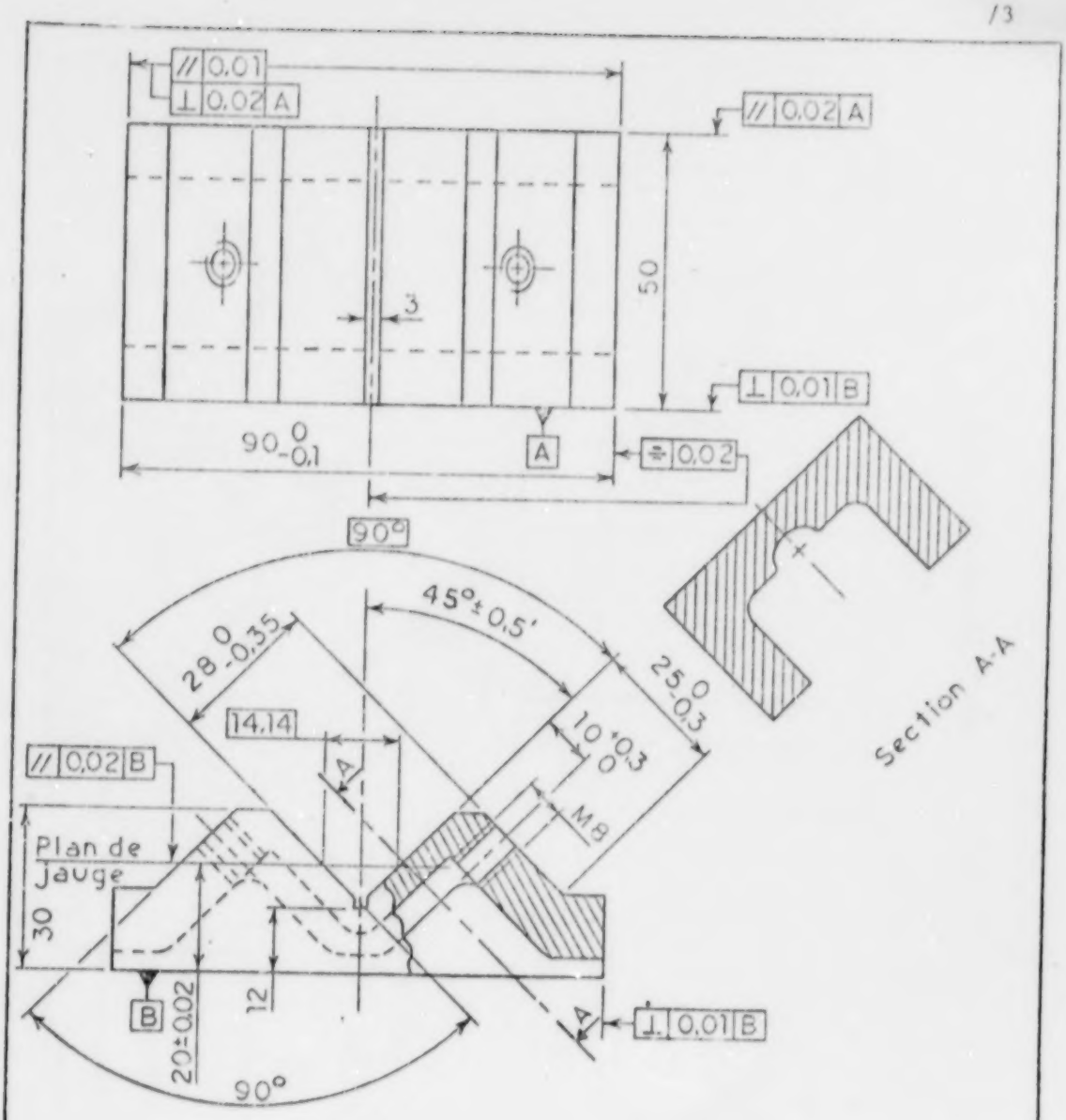




REP	QTE	N DESSIN	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
5	2	D 4 0 5	RONDELLE Z8N		
4	2	D 4 0 4	CHc M 8×1.25×45L		
3	2	D 4 0 3	CHc M 8×1.25×18L		
2	2	D 4 0 2	BRIDE	SAE 1035	Tr.Th.: 40-45 R'C
1	1	D 4 0 1	BATI	FONTE	

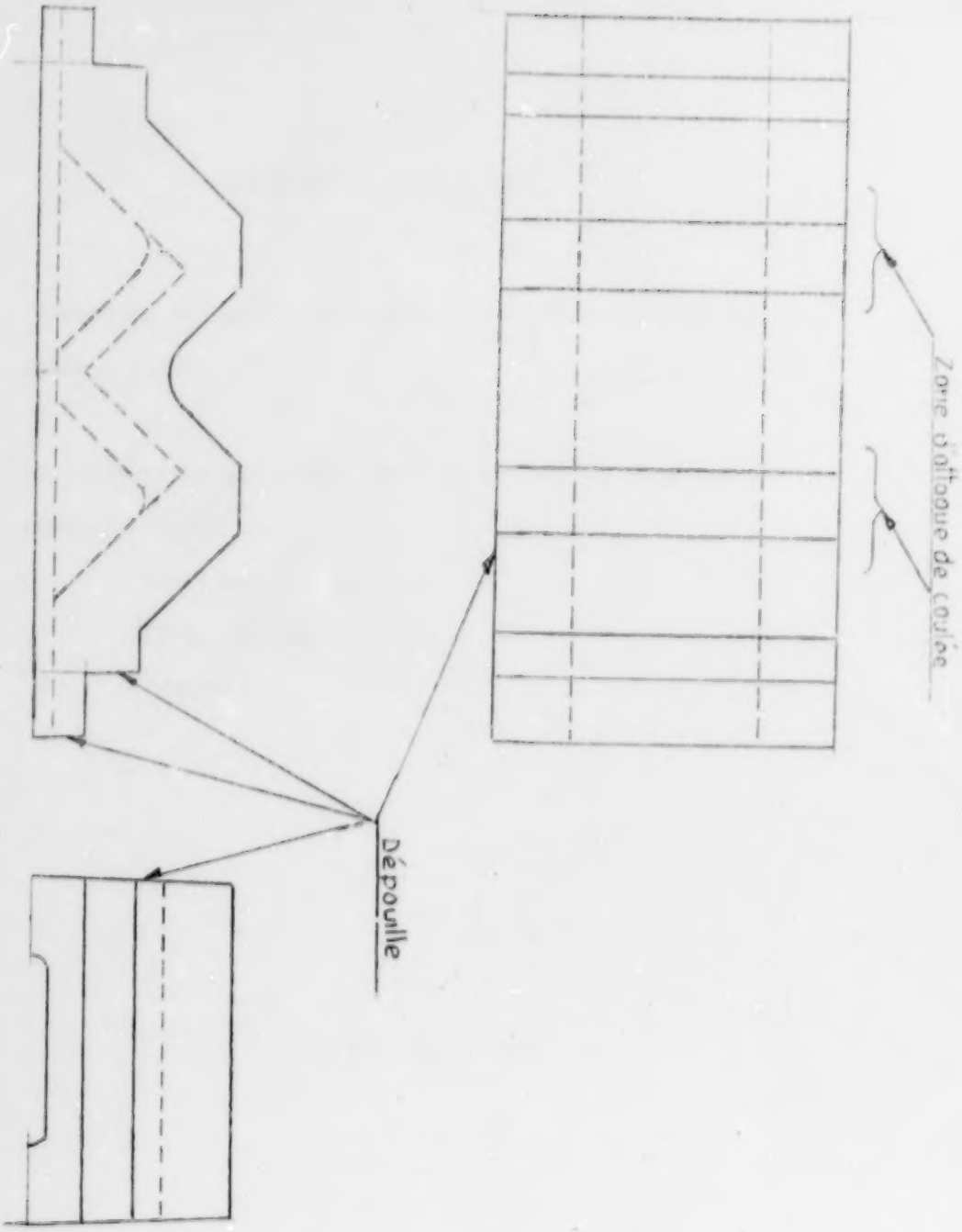
UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.03.28	Titre:	BLOC EN "V"
Des. par: M. GAUTIER	Ech. 1:1	Références	E004
Ver. par: M.G			



MAT. : FONTE GRISE 35B (ASTM A48)
QTE. : 1 REQ

UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES			
Tra. par: M. LAMBERT	Date: 82.04.28	Titre: BATI	
Des. par: M GAUTIER			
Ver. par:	Ech. 1:1	Références E-004	D401



PIÈCE BRUTE

Produit: Bloc en "V"	Pièce: BATI	Dessin: A. Marichal - M. Gautier
	Pièce n°: D 401	Cotation:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 35 B	Date: 10 Mai 1982
Sous-ensemble n°:	Rayon: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

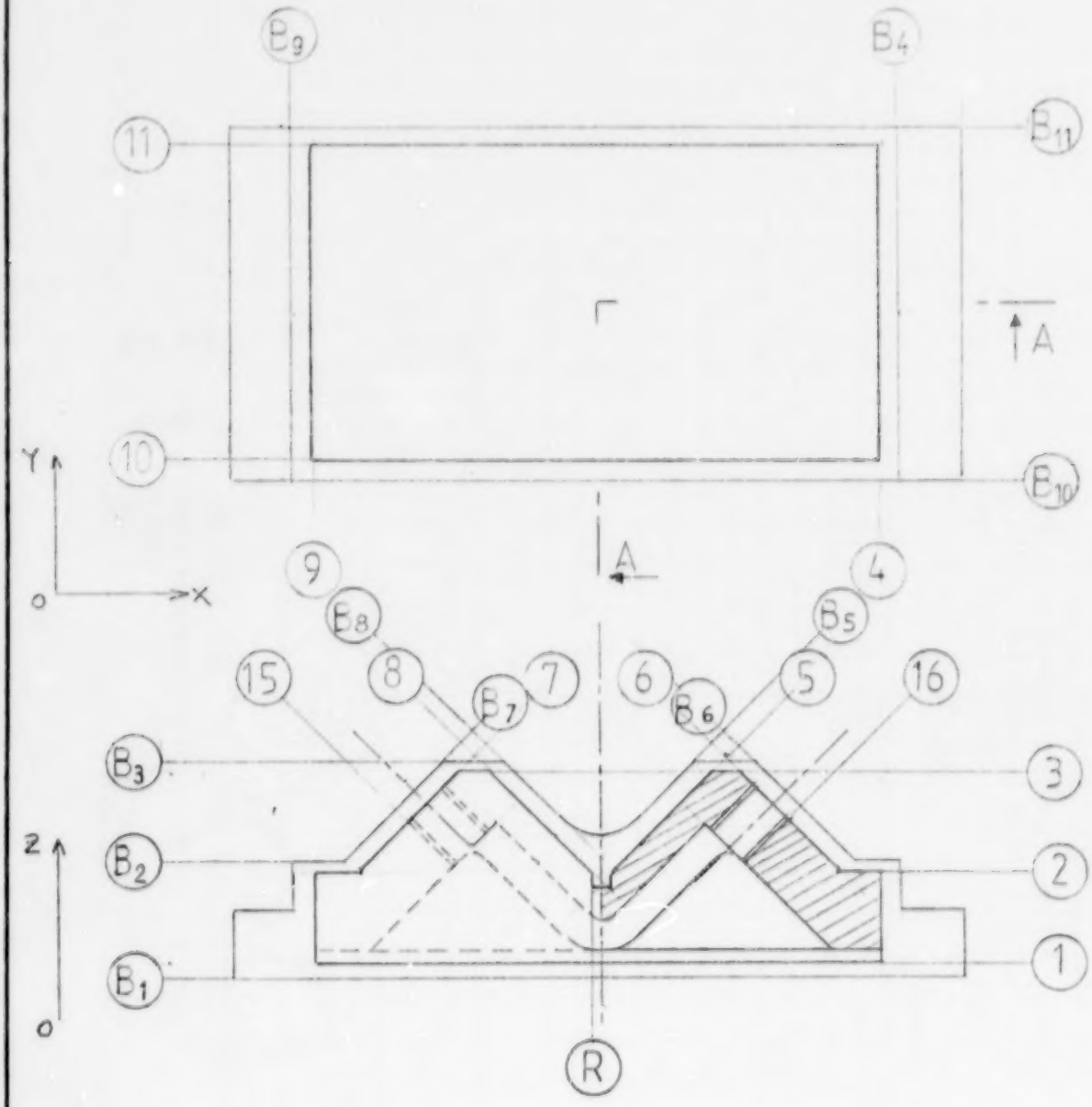
PROGRAMME DE FABRICATION

Production en petite série répétitive (50 pièces par an pendant 5 ans).

La fabrication est prévue dans un atelier de mécanique générale équipé de:

- Fraiseuse horizontale
- Fraiseuse verticale
- Perceuse

(Fin du dossier)



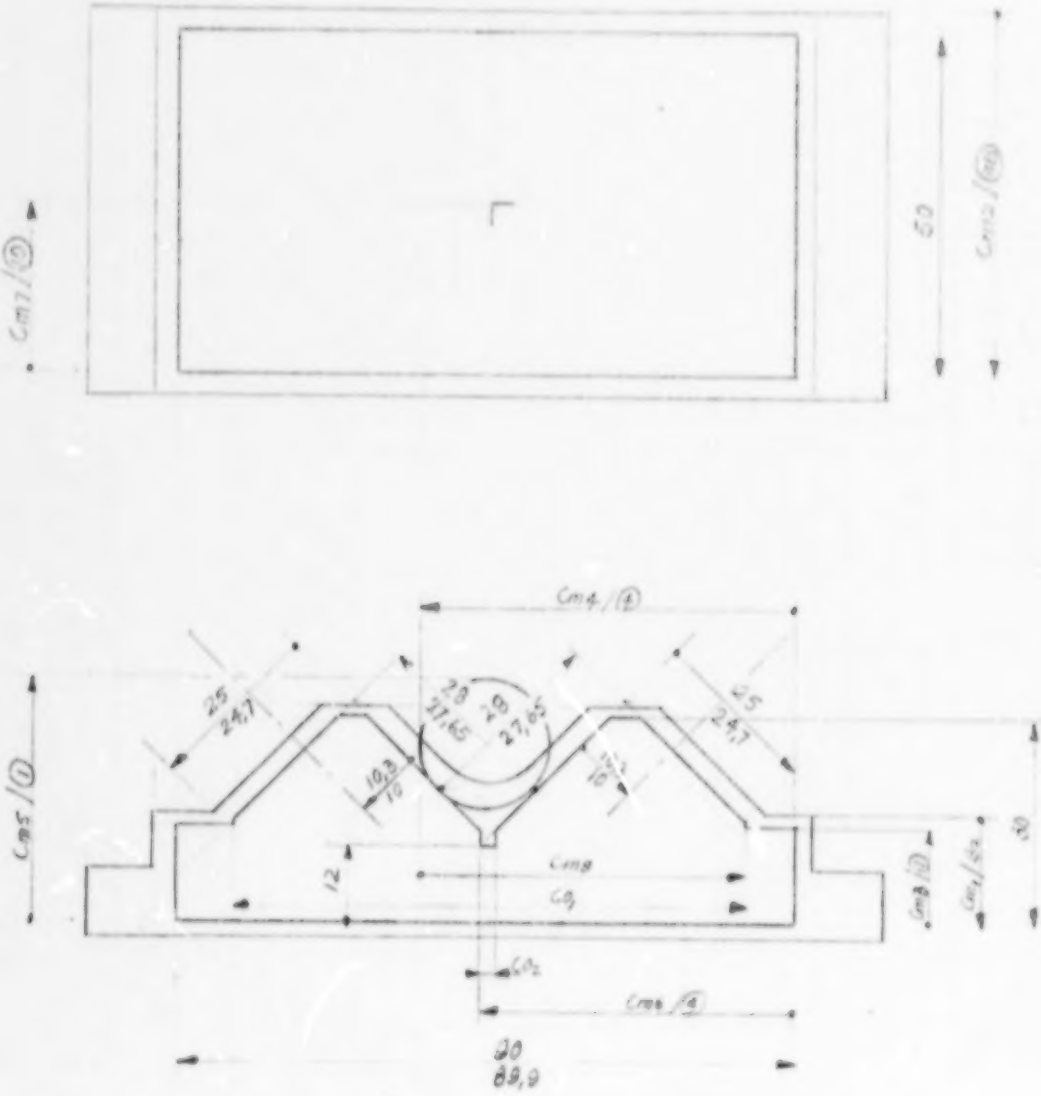
CROQUIS REPERE DE LA PIECE À FABRIQUER

Produit: BLOC en "V"	Pièce: BATI	Nom: A Marichal - M Gautier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 35B	Date: 10 mai 1982
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

ANALYSE DU DESSIN DE DÉFINITION

Produit: BLOC en "V" — Pièce: BATI — Nom: A Marchal - M Gervier
Ensemble n°: E 004 — Pièce n°: P 491 — Groupe:
Sous-Ensemble n°: — Matière: Fonte grise 35B — Date: 10 mai 1982
Brut: Fonderie — Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage	Surfaces: Nature: Plane	Surfaces: Nature: de révolution	Surfaces: Nature: Quelconque	Exigences B.E: Dimensionnelles: de forme: Valeur	de forme: IT	de position: Valeur	de position: IT	Géométriques: Tolérances de forme	Tolérances d'orientation	Tolérances de position	Rugosité: Symbole	Rugosité: Valeur	Traitements	Usinages possibles: Alésage	Brochage	Filetage	Fraisage	Perçage	Rabotage	Rectification	Tournage	Opérateurs ex-entreprises: Ébauche (E)	Demi-finition (F/)	Finition (F)	Superfinition (SF)
1	X																X							X	
2	X																X		X					X	
3	X																X		X					X	
4	X								// 0,05 A			1,6					X							X	
									// 0,05 B																
5	X					28 / (7)	0,35		// 0,05 A	⊥ 90° 0,05 B							X							X	
										∠ 45° 0,05 B															
6	X					28 / (8)	0,35										X							X	
7	X					28 / (5)	0,35										X							X	
8	X					28 / (6)	0,35		// 0,05 A	⊥ 90° 0,05 B							X							X	
										∠ 45° 0,05 B															
9	X								// 0,05 A			1,6					X							X	
									// 0,05 B																
10	X																X							X	
11	X								// 0,05 A								X							X	
R			X														X		X					X	
15		X		M8 x 1,25	7H	10 / (8)	0,3									X		X					X	X	
16		X		M8 x 1,25	7H	10 / (5)	0,3									X		X					X	X	



SIMULATION D'USINAGE DES OPERATIONS ELEMENTAIRES

Produit: BLOC en "V"	Pièce: BATI	Nom: A Marichal . M. Gauthier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 204	Machine: Fonderie 35 B	Date: 10 mai 1982
Sous-ensemble n°:	Trait: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

CONTRAINTES D'ANTÉRIORITÉ

Produit : BLOC en "V" — Pièce : BAIL — Nom : A. Marchal - M. Gaudet
Ensemble n° : E 004 — Pièce n° : D.401 — Groupe :
Sous-ensemble n° : — Matière : Fonte grise — Date : 10/02/2002
Brut : Estampage — Université du Québec à Trois-Rivières

Repérage		B.E.								B.M.						
		Dimensionnelles		Géométriques						Fabrication					Économiques	
				Orientation			Position									
Association	Opération	Cote	Réf.	//	⊥	∠	⌖	◎	≡	Reprise	Condition	Déformation	Traitement	Divers	Mauvaise Usinage	Réalisation conditions de coupe
	B2															
	B11															
	1	Cm_1	B2							B2						
	2	Cm_3, Cq, Cm_8	1, G							1, G						
	3	(30)	1							1	10, 11					
	H	90 $^{+0,1}_{-0,1}$			0,01 (D) 0,02 (10)				Ø0,2 (A)		1, 10, 11					
4,9	G	Cm_4, Cm_5	4,1	0,02 (1)		90° 35' ±2,5				1, H	10, 11					
5,8	6	$\varnothing 16^{-0,35}_{-0,3}$, $25^{-0}_{-0,3}$	8,5							G						
	7	$\varnothing 16^{-0,35}_{-0,3}$, $25^{-0}_{-0,3}$	5,8							G, 2						
	10	Cm_2	B11		0,02 (D) 0,02 (6)					B11	1					
	11	(50)	10	0,02 (10)						10	1					
	R	Cm_2, Cq, Cm_4	7, 4							1, H	10, 11					
	15F1	$\varnothing_2$, Cm_2, $10^{+0,3}_{0}$	10,8							10, G	7					
	15E	MB × 1,25-7H									15F1					
	16F1	$\varnothing_2$, Cm_2, $10^{+0,3}_{0}$	10,5							10, G	6					
	16E	MB × 1,25-7H									16F1					

NIVEAUX DE REALISATION

Produit : Pied en V

Ensemble n° : E 004

Sous-ensemble n° :

Pièce : Patte

Pièce n° : D 901

Matière : Fonte grise GB

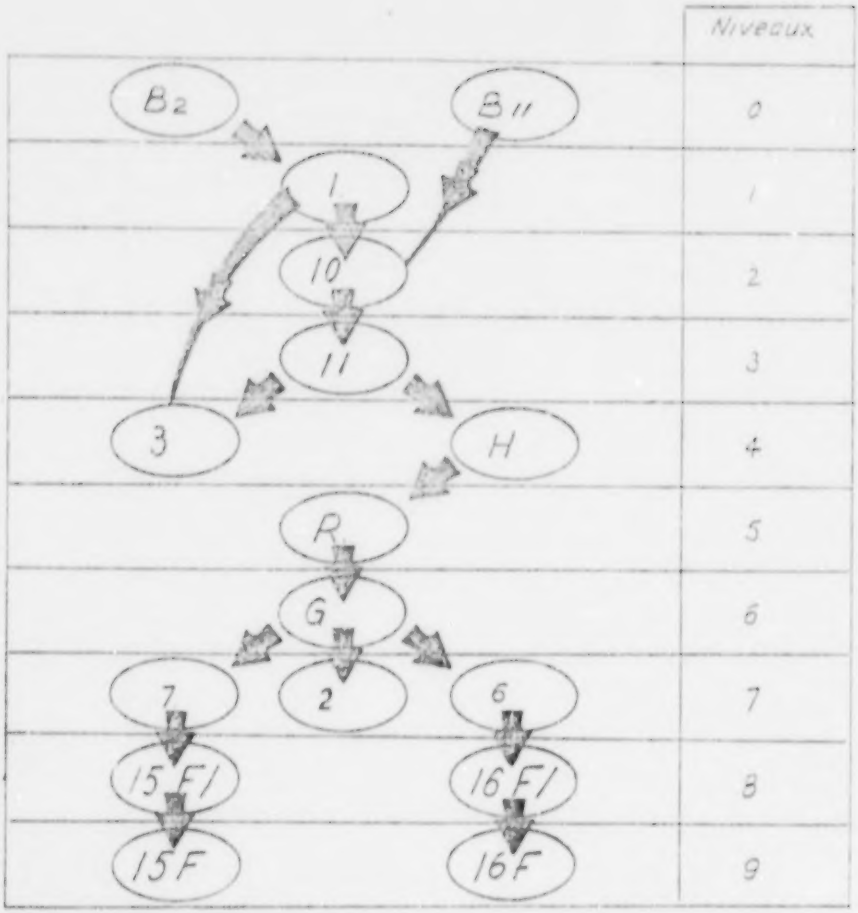
Brut : Fonderie

Nom : A. Chevalier – M. Gamache

Groupe :

Date : 10 mai 82

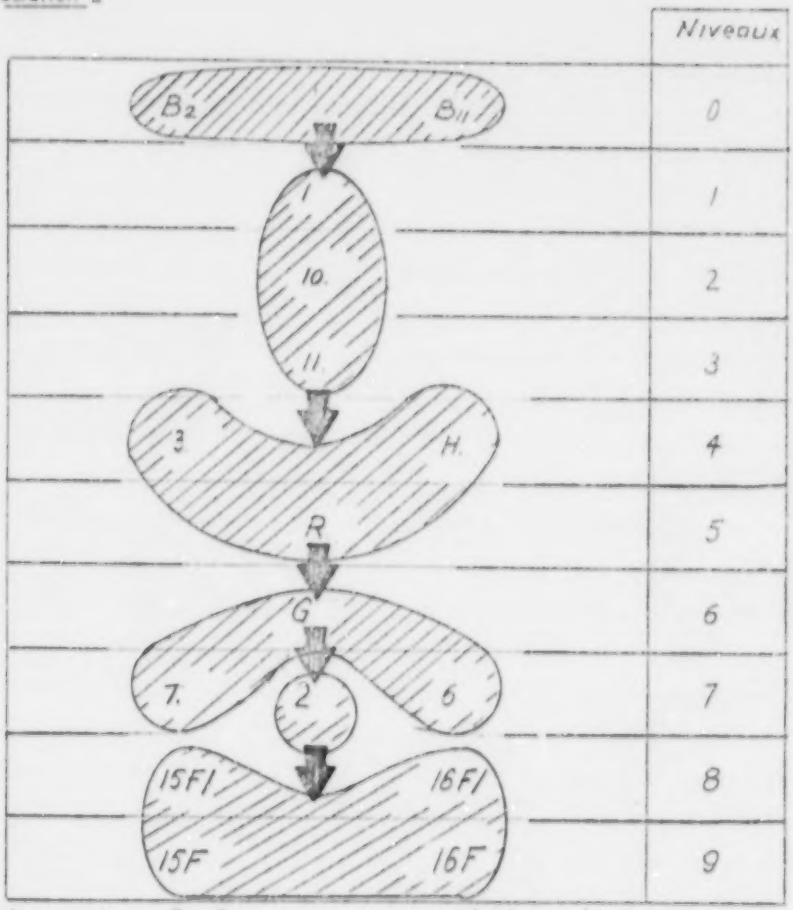
Université du Québec à Trois-Rivières



GRAPHE ORDONNE DES LIAISONS

Produit: Bloc en "V"	Pièce: BATI	Dess: A. Maréchal, M. GAUTIER
	Pièce n°: D 401	Dessiné:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 25B	Date: 6 mai 82
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

solution I

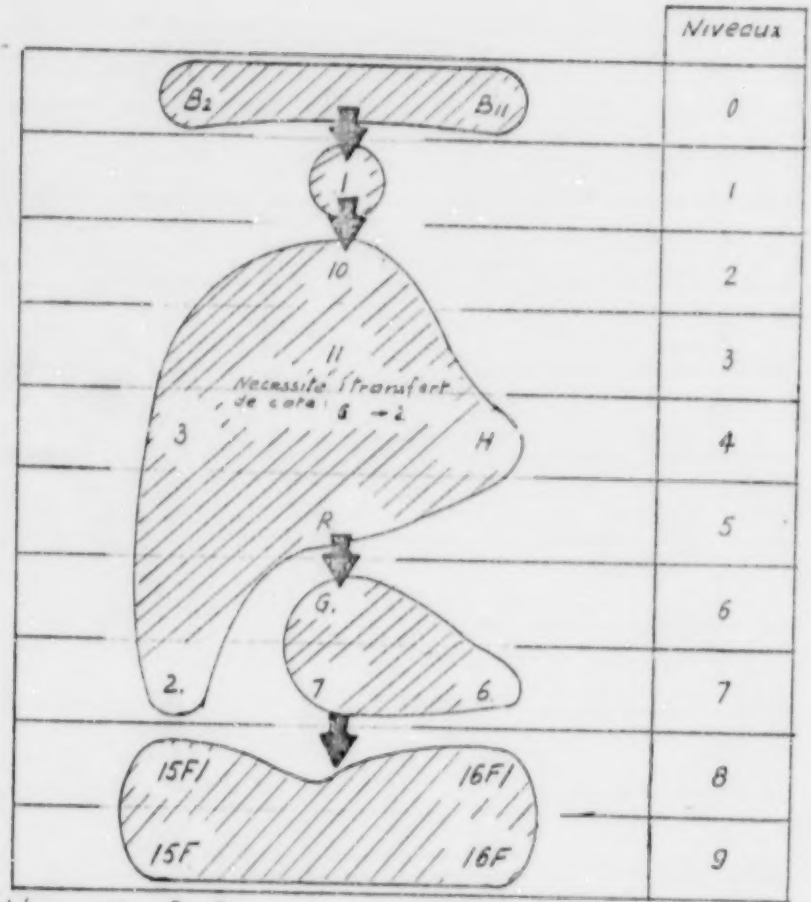


- phase 10 : B_2, B_{11} — Controle du brut
- 20 : 1, 10, 11. — Fraisage
- 30 : 3, H, R — Fraisage
- 40 : G, 6, 7. — Fraisage
- 50 : 2 — Fraisage
- 60 : 15F1, 16F1, 15F, 16F — Percage - taraudage

GROUPEMENT EN PHASES /

Produit: Bloc en "V"	Pièce: BATI	Nom: A Marichal - M Gauthier
Ensemble n°: E 004	Pièce n°: D 421	Groupe:
Sous-ensemble n°:	Matière: Fonte grise 35B	Feuille: 2 sur 2 A2
	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

Solution II

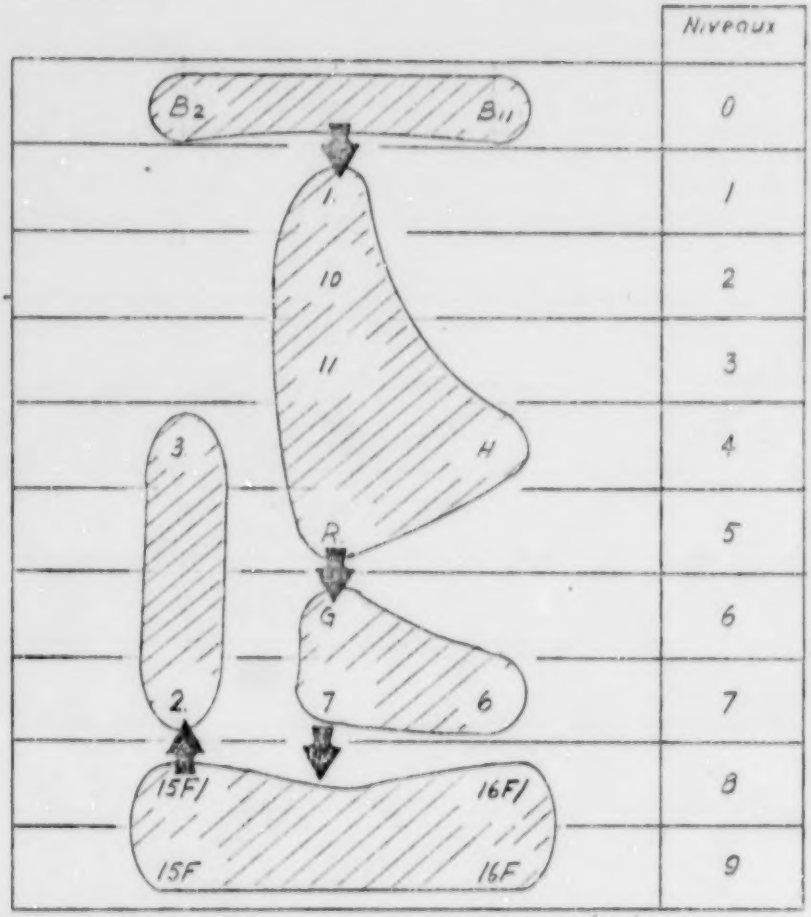


- phase 10 : B2, B11 — contrôle du brut
- " 20 : I. — Fraisage
- " 30 : 10, 11, H, R, 3, 2. — Fraisage
- " 40 : G, 7, 6 — Fraisage
- " 50 : 15F1, 16F1, 15F, 16F — Perçage-taraudage

GROUPEMENT EN PHASES 2

Produit: BLOC en "V"	Pièce: BATI	Nom: A. Marchal - M. Gauthier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 35B	Date: 10 mai 82
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

Solution III

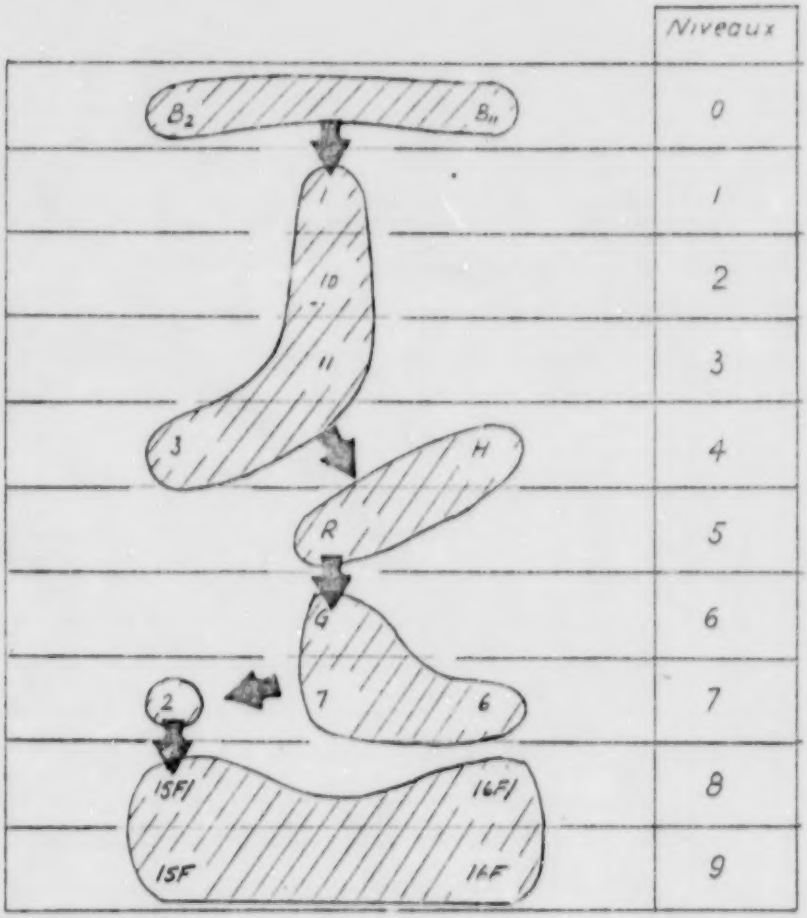


- phase 10 B2, B11 Controle du brut
- " 20 1.10,11,H,R. Fraisage
- " 30 G,7,6, Fraisage
- " 40 15F1, 16F1, 15F, 16F Percage taraudage
- " 50 3;2; Fraisage

GROUPEMENT EN PHASES 3

Produit: Bloc en "V"	Pièce: BATI	Nom: A Marichal - M. Gauthier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 35B	Date: 10 mai 82.
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières

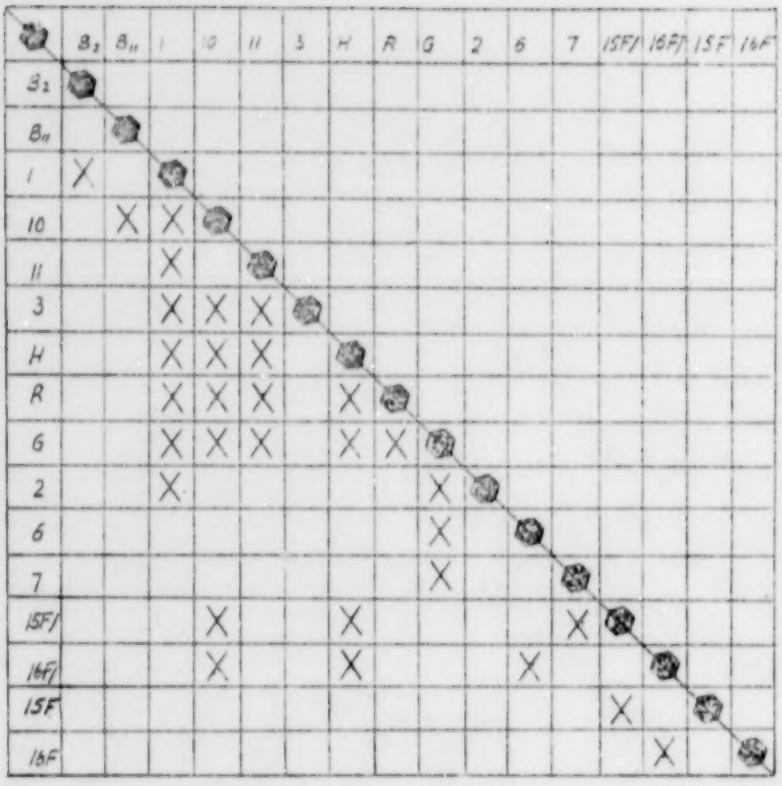
Solution 17



- phase 10 B_2 B_{11} Contrôle du brut
- " 20 1', 10, 11, 3' Fraisage
- " 30 H, R Fraisage
- " 40 G, 7, 6. Fraisage
- " 50 2 Fraisage
- " 60 15F/ 16F/ 15F 16F Perçage taraudage

GROUPEMENTS EN PHASES 4

Produit: BLOC en "V"	Pièce: BATI	Nom: A Maréchal - M Gauthier
	Pièce n°: D 401	Groupe:
Ensemble n°: E 004	Matière: Fonte grise 353	Date: 10 mai 82
Sous-ensemble n°:	Brut: Fonderie	Université du Québec à Trois-Rivières



	B_2	B_{11}	1	10	11	3	H	R	G	2	6	7	15F/	16F/	15F	16F
B_2																
B_{11}																
1	X															
10		X	X													
11			X													
3			X	X	X											
H			X	X	X											
R			X	X	X		X									
G			X	X	X		X	X								
2			X						X							
6									X							
7									X							
15F/				X			X					X				
16F/				X			X				X					
15F													X			
16F														X		

MATRICE ORGANISEE de 4

Produit: Bloc en "V"

Ensemble n°: E 004

Sous-ensemble n°:

Pièce: BATI

Pièce n°: D 401

Matière: Fonte grise 35B

Brut: Fonderie

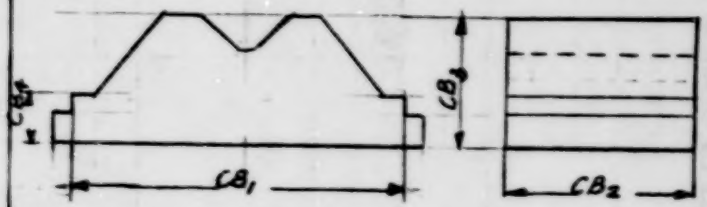
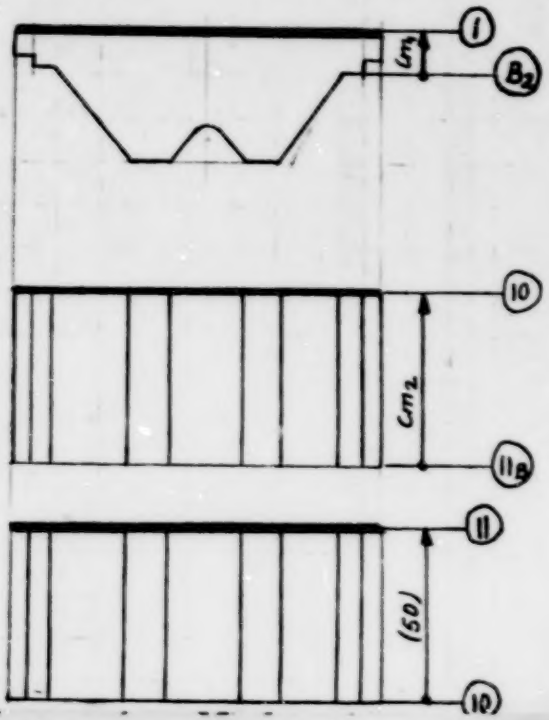
Nom: A. Maricha! - M. Goutier

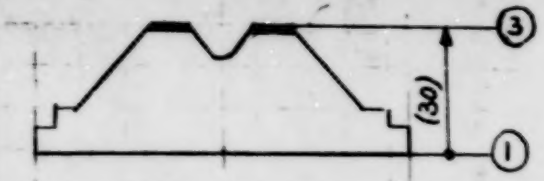
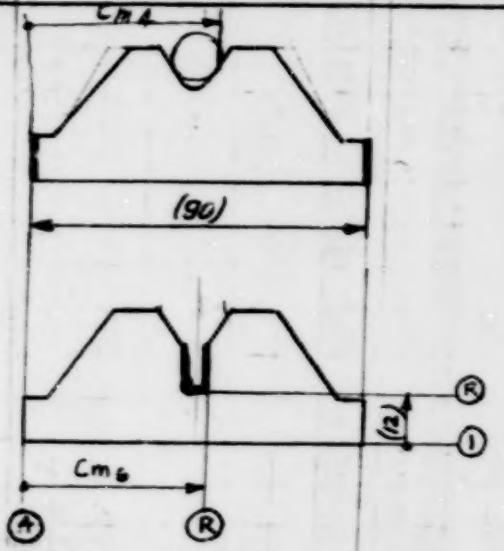
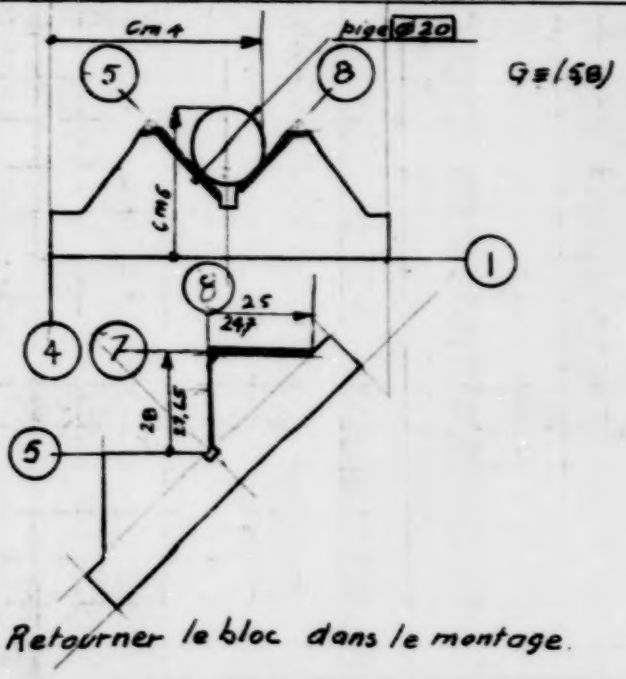
Groupe:

Date: 10 mai 82

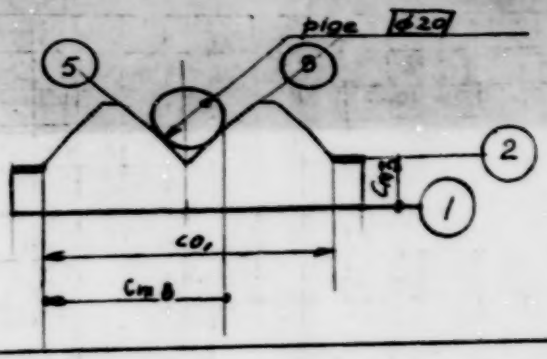
Université du Québec à Trois-Rivières

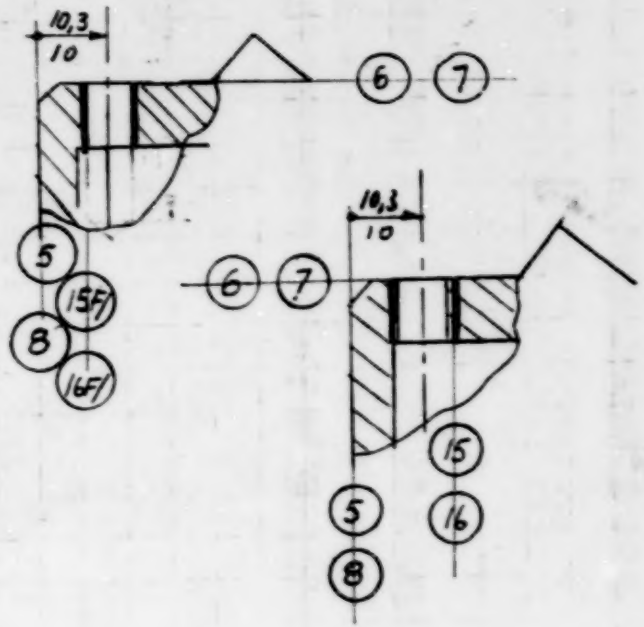
Projet de gamme (Solution 4)

Repérage			Designation	Moyens de production			croquis de phase
phase	sous phase	Operation		Poste de travail	outillages Appareillages Montages	contrôle	
10			Contrôle du brut	Réception du brut		pied à coul.	
20			Fraisage				
	A		Finition de 1	Frais. Vert.	Fraise cylindr. 2 tailles ϕ=20 Z=4 NF E66-2 Montage d'usinage	pied à coul.	
	B		Finition de 10	"	Fraise cylindr. 2 tailles. ϕ=40 Z=6 NF E66-2 Etau	pied à coul.	
	C		Finition de 11	"	"	pied à coul.	

	D		Finition de 3	"	"	"	
30			Fraisage				
	A		Finition de H (4,9)	Frais. Horiz.	2 Fraises 3 tailles D=160 Z=24 NF E66-245 montage d'usinage	pied à coul.	
	B		Finition de R	"	Fraise scie D=160 e=3 Z=50 NF E66-133. Etau	"	
40			Fraisage				
	A		Finition de G	Frais. vert.	Fraise cylind. 2 tailles D=10 Z=6 NF E66-2	micrometre PALMER. 25-50 - pied à coul.	
	B		Finition de 7	"	Fraise cylin. 2 tailles D=32 Z=8 NF E66-2 montage	micrometre prof 25-50	
	C		Finition de 6	"	"	"	Retourner le bloc dans le montage.
50			Fraisage				

50			**Fraisage**				
	A		Finition de 2	Frais. horiz.	2 Fraises à tailles D=100 Z=18 ℓ=10 NF E 66-245	pied à coul.	
60			**Percage - Taraudage**				
	A		Finition de 15	Perceuse	forêt 6,8 montage		
	B		Finition de 16	"	"		
	C		Finition de 15	"	Taraud MB x 1,25-7H		
	D		Finition de 16	"	"		





Calcul des cotes de fabrication

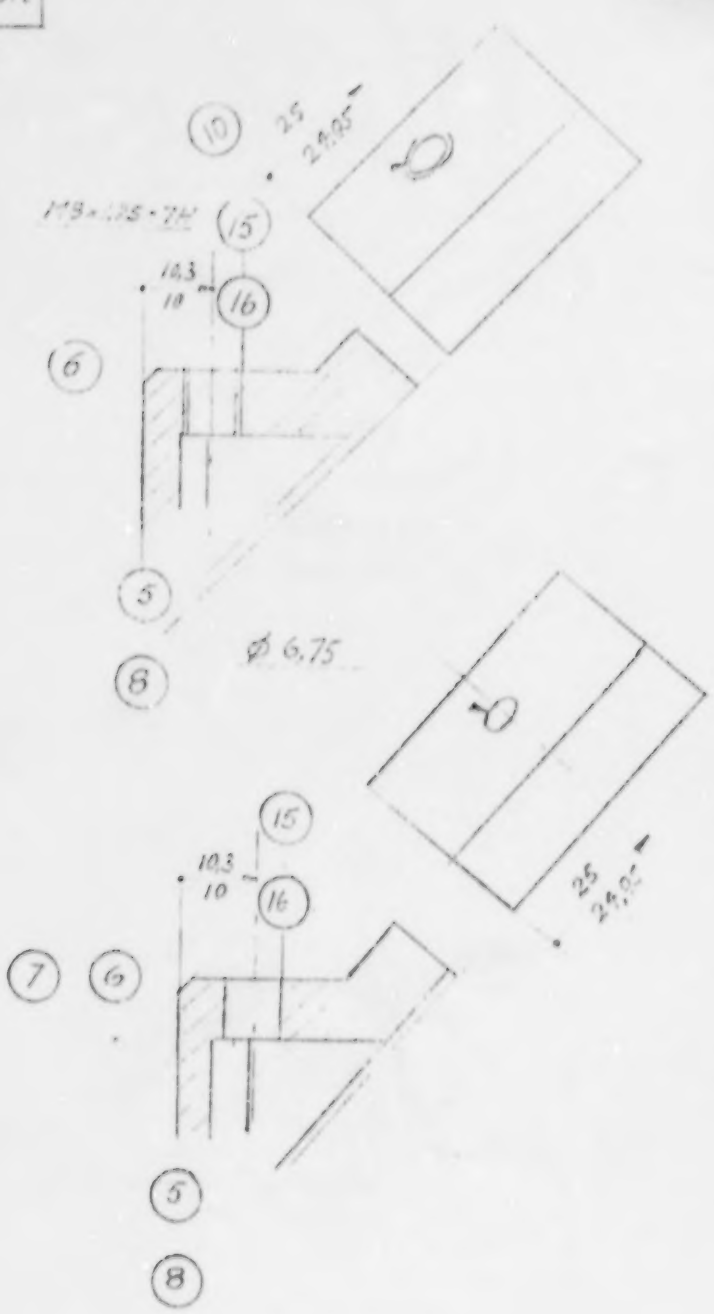
Phase 60 PERCAGE - TARAUDAGE

D) F de 16

C) F de 15 (voir 60-D)

B) F/ de 16

A) F/ de 15 (voir 60-B)



Phase 50 FRAISAGE

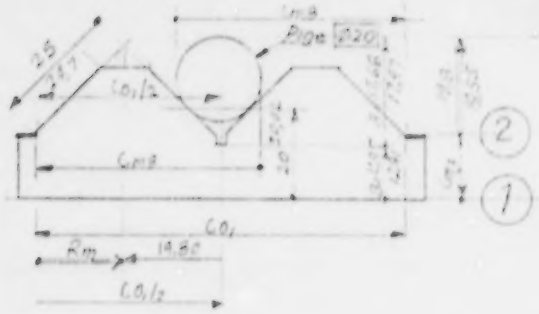
A) F de 2

Rep.	Maxi	mini	I.T.
A	17,68	17,47	0,21
B	12,95	12,91	0,04
Cmx	15,03	15,03	0
R	19,80	19,55	0,25

Cmx = 15,03 IT = 0
En fait nous prenons Cmx = $14^{+0,1}$ (non fonct.)
la cote Max 25 disparait, ainsi que la cote C0, Max.

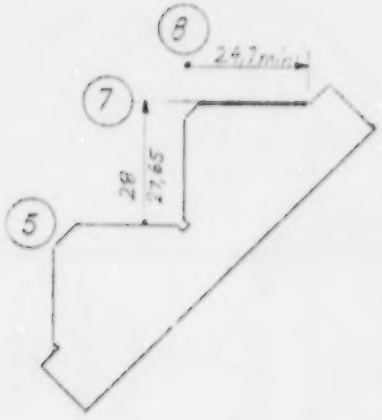
R mini = 17.47 = Co.1/2 mini - 19,80
Co.1/2 mini = 37.27
Co.1 mini = 74.54

Cm2 = Co.1/2 mini +10
= 47,27 mini



Phase 40 : FRAISAGE

C) F de 6 (voir 40-B)

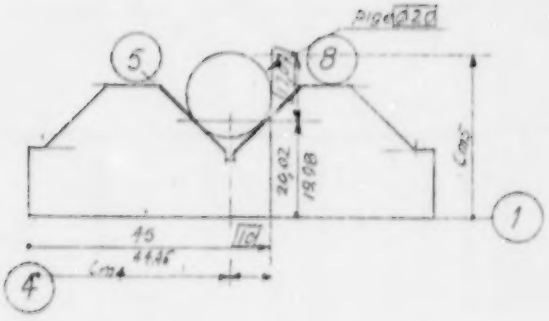


B) F de 7

A) F de G

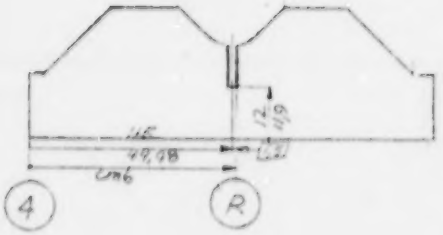
Cm4 = 55 / 54,95 devient 55 / 54,98
(Ec = 0,02)

Cm5 = 31,09 / 31,05



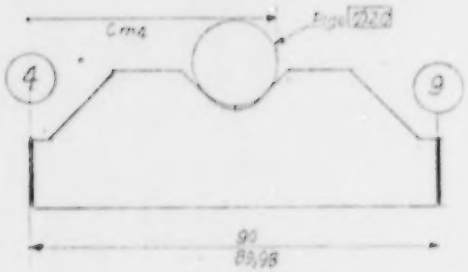
Phase 30 : FRAISAGE

B) F de R
Cm1 = 46,5 / 46,48



A) F de H

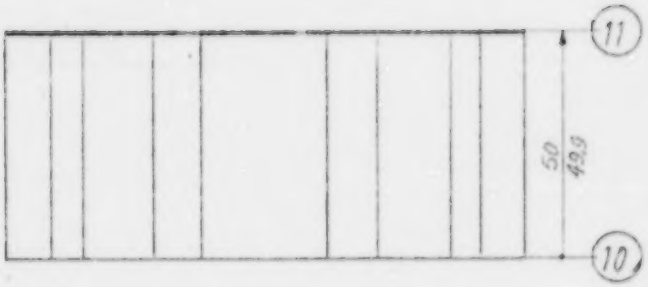
$Cm_4 = \frac{55}{54,98}$



Phase 20 FRAISAGE

D) F de 3

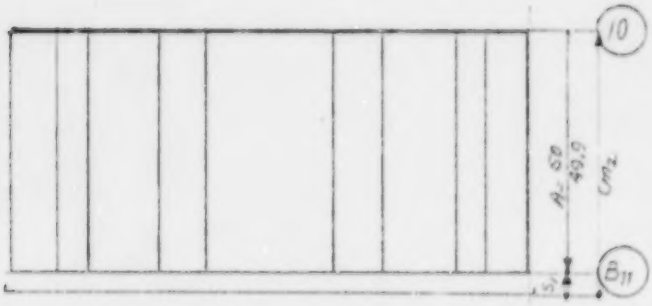
C) F de 11



B) F de 10

Reb	Maxi	mini	IT
A	50	49,9	0,1
Cm_2	(52,4)	(52)	0,4
S_1	(2,5)	2	(0,5)

$Cm_2 = \frac{52,4}{52}$

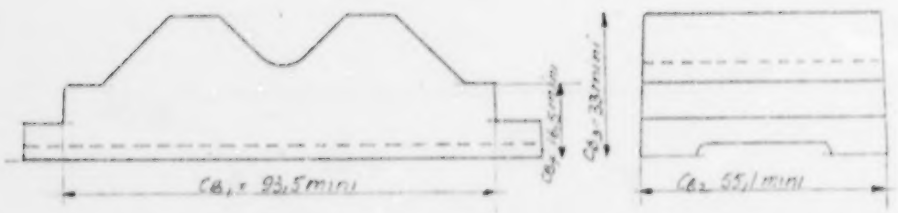


A) F de 1

Reb	Maxi	mini	IT
A	14,1	13,9	0,2
Cm_1	(15,9)	(15,6)	0,3
S_2	(2)	1,5	(0,5)

$Cm_1 = \frac{15,9}{15,6}$

Phase 10 : Controle du brut



Valeurs des cotes de brut (Tableau I-1 _ qualité A)

$CB_1 = 90 + 3,6 = \underline{93,5}$

$CB_2 = 50 + 3 + 2 \times 30 \operatorname{tg} 2° = \underline{55,1}$

$CB_3 = 30 + 3 = \underline{33}$

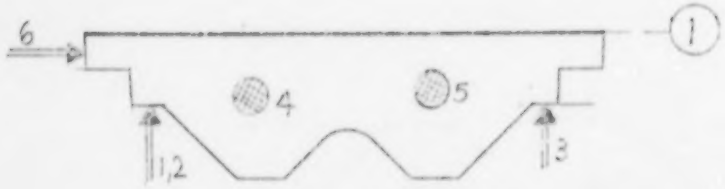
$CB_4 = 14 + 2,5 = \underline{16,5}$

POSITIONNEMENT ISOSTATIQUE

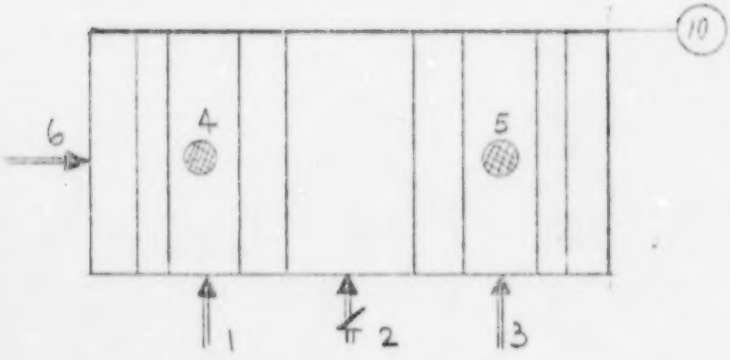
Phase 10 verification du brut

Phase 20 Fraisage

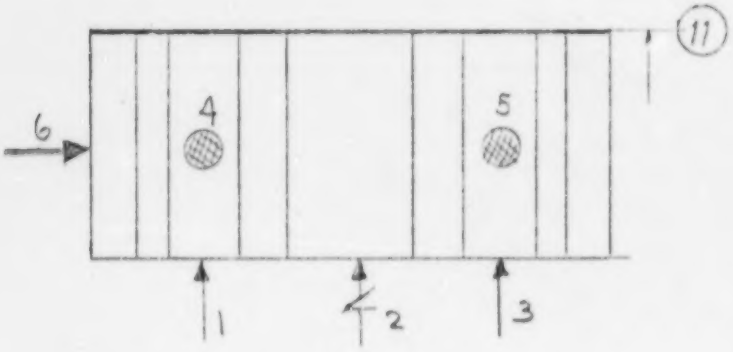
A) F de 1



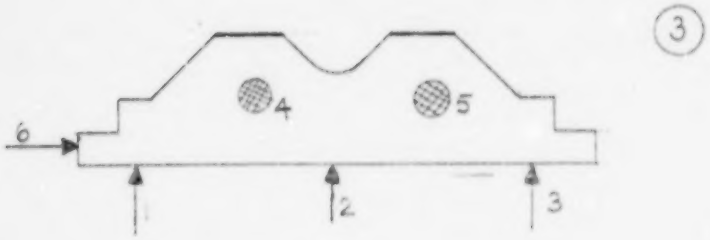
B) F de 10



C) F de 11

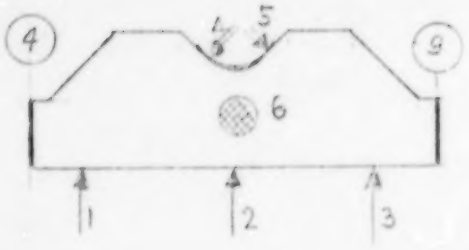


D) F de 3

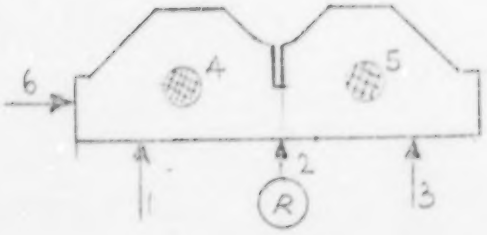


Phase 30 Fraisage

A) F de H

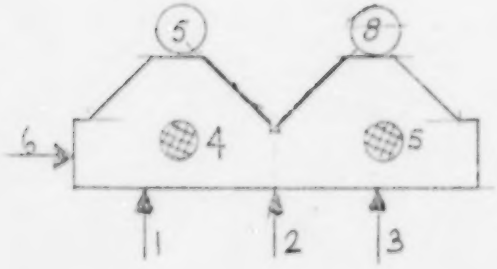


B) F de R

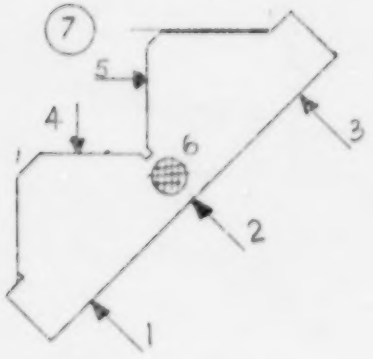


Phase 40 Fraisage

A) F de G



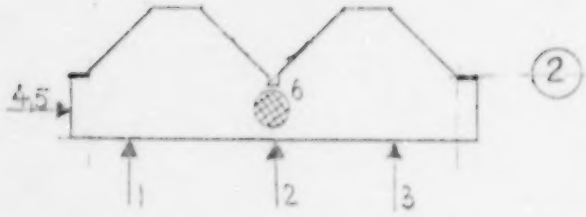
B) F de 7



C) F de 6
Retourner la pièce dans le montage

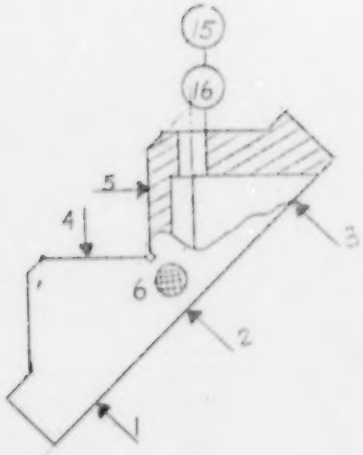
Phase 50 Fraisage

A) F de 2



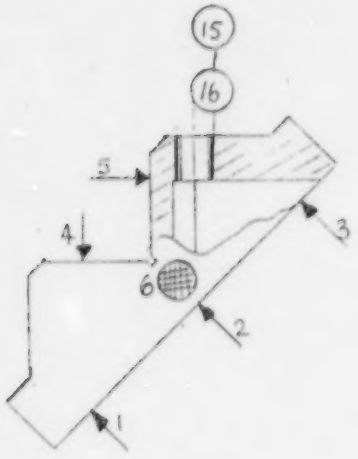
Phase 60 Percage - Taraudage

A) F/de 15



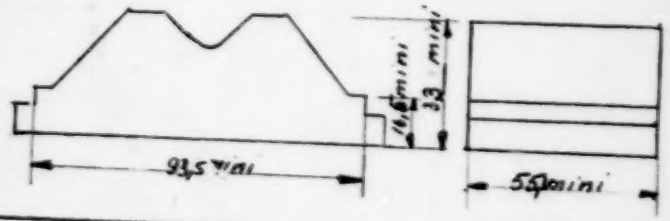
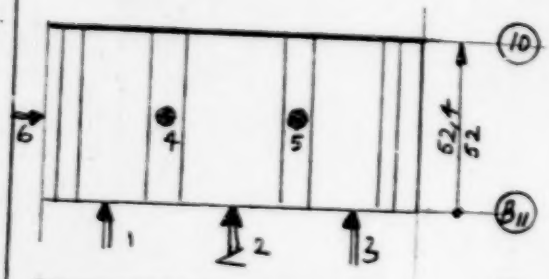
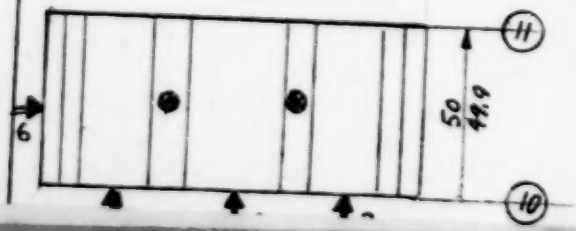
B) F/de 16 (voir 60-A)

c) F de 15

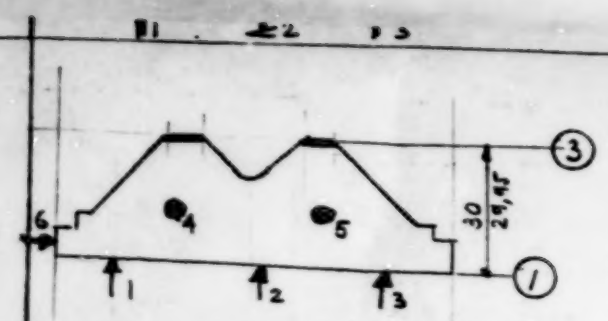


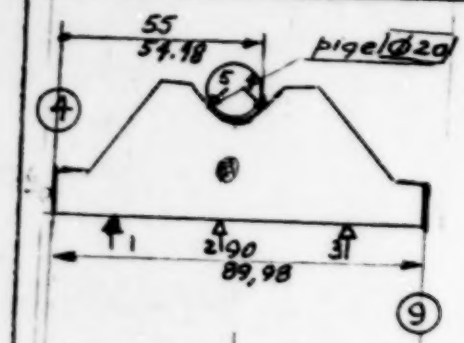
D) F de 16 (voir 60-C)

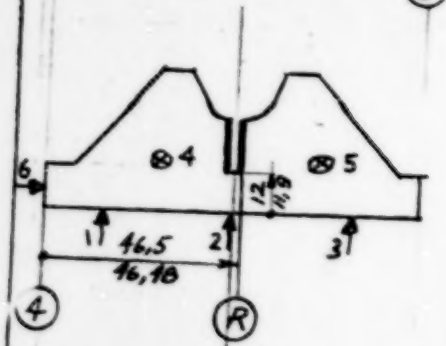
GAMME DE FABRICATION

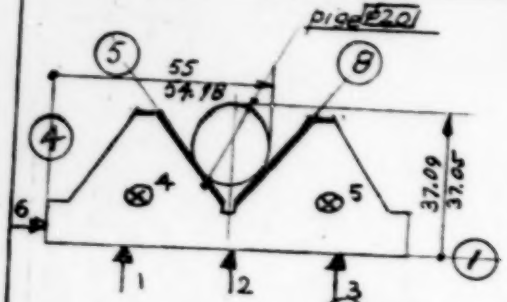
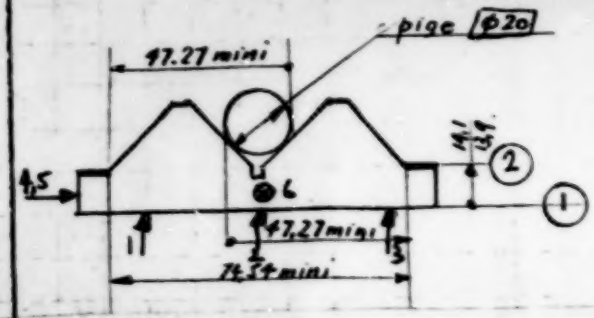
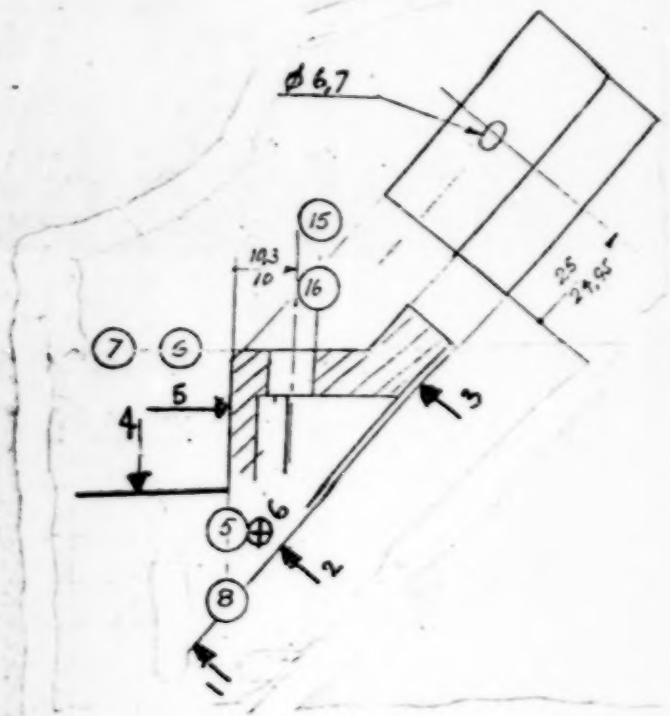
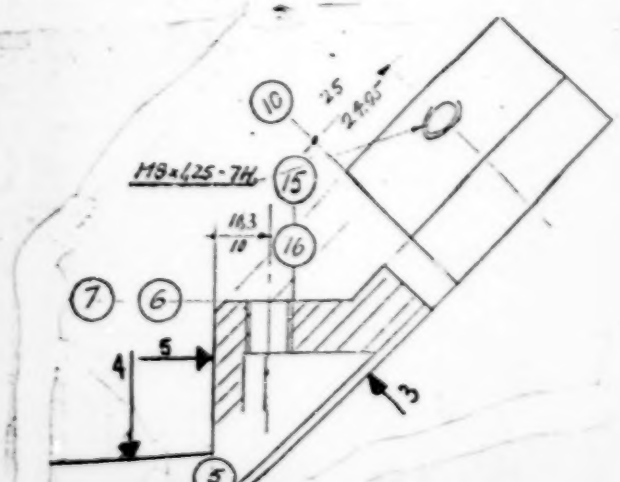
Repérage			Désignation	Moyens de production			croquis de phase.
phase	sous phase	Opération		Poste de travail	Outillages Appareillages Montages	contrôle	
10			Contrôle du brut	Réception du brut		pied à coul. ou règle	
20			Fraisage.				
	A		Finition de 1	Frais. Vert.	Fraise cylindr. 2 tailles D=20 Z=4 NF E66-2 Montage d'usinage	pied à coul.	
	B		Finition de 10	Frais. Vert.	Fraise cylindr. 2 tailles D=40 Z=6 NF E66-3 Etau	pied à couk.	
	C		Finition de 11	"	"	"	

	D		Finition de 3.	"	"	"	
30			Fraisage.				
	A		Finition de H(4,9)	Frais. horiz.	2 Fraises 3tailles D=160 z=24 NF E66-245 Montage d'usinage	pied à coul.	
	B		Finition de R	"	Fraise scie D=160 E=3 z=50 NF E66-233 Etau	"	
40			Fraisage				
	A		Finition de G	Frais. vert.	Fraise cylind. 2 tailles D=10 z=6 NF E66-2	Micrometre PALMER 25-50 pied à coul.	
	B		Finition de 7	Frais. vert	Fraise cylind. 2 tailles D=12 z=5 NF E66-2	micrometre prof. 25-50	









50			Fraisage				
	A		Finition de 2	Frais. Horiz.	2 Fraises 3 tailles D=100 Z=18 R=10 NF E66-245.	pied à coulisses.	
60			Percage - Taraudage				
	A		Finition de 15	Perceuse	Foret ⌀6,8 montage.		
	B		Finition de 16	"	"		
	C		Finition de 15	"	Taraud M8x1,25-7H		
	D		Finition de 16	"	"